
HARVARD LAW LIBRARY
3 2044 056 939 127


SIGILLVM ACADEMIAE HARVARDIANAE IN NOV ANG
VE RI TAS
CHRISTO ET ECCLESIAE

Germany

DER

TOD DURCH ELEKTRICITÄT.

EINE FORENSISCH-MEDICINISCHE STUDIE AUF EXPERIMENTELLER GRUNDLAGE.

VON

DR. JULIUS KRATTER

O. Ö. PROFESSOR DER GERICHTLICHEN MEDICIN AN DER UNIVERSITÄT GRAZ.

MIT 7 ABBILDUNGEN IM TEXT, 3 CURVEN UND 3 LITHOGR. TAFELN.

LEIPZIG UND WIEN.

FRANZ DEUTICKE.

1896.

Druck von Rudolf M. Rohrer in Brünn.

Verlags-Nr. 457.

INHALT.

Tafel-Erklärung.

Tafel I.

Fig. 1. Brandeffecte an der linken Hand des Andrä Ellemonter. Contact- oder Eintrittsstelle des elektrischen Stromes. (5. Beob., Obd. Bef. Nr. I. S. 47 ff.) Eine geborstene und eine geschlossene längliche Brandblase an der Volarseite des linken Zeigefingers. Die Brücke zwischen beiden entspricht der volaren Hautfalte, beziehungsweise Rinne zwischen zweiter und dritter Phalanx. Die Blasen bilden einen der Form des vom Finger berührten blanken Leitungsdrahtes entsprechenden Bogen. (Vergl. Fig. 2 im Texte auf Seite 46.)

Fig. 2. Hautstück vom Rücken desselben Mannes. Austrittsstelle des Stromes. Umfängliche subcutane Blutunterlaufungen in der Umgebung der excoriirten und oberflächlich verbrannten kleinen dunkelgefärbten Contactstellen. (Vergl. Bef. S. 47. Abs. 7.)

Tafel II.

Symmetrische Blutaustritte an der Vorderseite der Wirbelsäule des Andrä Ellemonter. (Vergl. Bef. auf S. 49.)

Tafel III.

Fig. 1. Schädeldach eines elektrisch getödteten Kaninchens. (Vers. 32. S. 29. Obd.-Bef. Nr. IV. S. 65.) Subdurale Blutergüsse. Verbrennung des Knochens und der Dura an der Contactstelle rechts.

Fig. 2. Gehirn desselben Thieres. Contusionirung und theilweise oberflächliche Verbrennung der Meningen und der Windungen der rechten Grosshirnhälfte. Ausgebreitete intermeningeale Blutungen in der Umgebung der contusionirten und verbrannten Gehirnpartie.

Fig. 3. Schädelbasis dieses Versuchsthieres mit umfänglichen Blutergüssen auf der Oberfläche der harten Hirnhaut, namentlich in den mittleren Schädelgruben.

Fig. 4. Schädeldach eines elektrisch getödteten Hundes. (Vers. 38. S. 33. Obd.-Bef. Nr. V. S. (5) Mächtiges Haematoma durae matris externum der linken Seite und Verbrennung des Knochens an der Applicationsstelle.

Fig. 5. Gehirn dieses Hundes mit umfänglicher Contusionirung der Oberfläche der linken Grosshirnhemisphäre. (S. 66, letzter Absatz.)

Tafel VI.

Puls-, Respirations- und Zeitcurven, aufgenommen bei Vers. 42. (Vergl. S 35 ff.) Diese drei Curven, deren eingehende Analyse im Texte nachgesehen werden wolle, geben ein Bild des Verhaltens der Athmung und Herzbewegung bei der Application nicht tödtlicher und tödtlicher elektrischer Ströme auf Versuchsthiere. Sehr deutlich tritt ein stets gleicher Typus der durch elektrische Starkströme bewirkten pathologischen Störungen hervor.

EINLEITUNG.

Es ist nur wenig über ein Jahrhundert verflossen, seitdem Galvani durch sein weltbekannt gewordenes Experiment mit den Froschschenkeln die Aufmerksamkeit der Naturforscher auf jene Kraftäusserung gelenkt hat, welche in ihren verschiedenen Formen und zahlreichen Anwendungen einer der bedeutendsten Factoren der modernen Culturentwicklung geworden ist — die Elektricität.[1]) Ungezählter Jahrtausende menschlicher Entwicklung hat es bedurft, bis der forschende Menschengeist das Wesen jener grossartigen und gewaltigen Naturerscheinung erkannt hat, welche ihm als Blitz seit jeher so wohlbekannt war, eine Naturkraft, die er seit den Uranfängen seines Daseins fürchtete und verehrte: denn der Wetterstrahl schlug ihn nieder und tödtete ihn; der Blitz hatte ihm aber auch das Feuer vom Himmel zur Erde gebracht und dem Wilden den ersten Herd entzündet. Nur im Besitze des Feuers konnte sich der Urmensch erheben über das Thier und von dem Zustande, wo eine erste Menschenhorde am freien Feuer im Walde ein Mahl bereitete und sich die Glieder wärmte, in der Entwicklung fortschreiten bis zu der Stufe, wo eine Arbeitsleistung des von ihm gebändigten Feuers es den Epigonen möglich macht, in etwas mehr als zwei Monden das ganze Erdenrund zu umkreisen.

Der elektrische Funke hat, frei waltend, einst dem Menschen das Licht der Cultur entzündet; der Culturmensch der Gegenwart hat auch diese gewaltige Naturkraft, welche in vielen Körpern der Erde schlummert, gebändigt und in seinen Dienst gestellt, indem er gelernt hat sie zu wecken und nach seinem Willen zu lenken.

Ungemein zahlreich und mannigfaltig sind schon heute die Anwendungen der Elektricität im Dienste des Lebens, und immerwährend steigern sich im raschen Fluge Zahl und Formen der Verwertung dieser Kraft.

---

[1]) Bis dahin hatte man nur verstanden, durch Reibung Elektricität zu erzeugen, Körper zu laden und mit einemmale zu entladen; Galvani hat uns den elektrischen Strom kennen gelernt.

Die erste praktische Anwendung fand der elektrische Strom durch die Ausnützung seiner Fernwirkung und enormen Fortpflanzungsgeschwindigkeit in der Telegraphie. Schon 1808 hat Sömmering das erste Modell eines galvanischen Telegraphen erdacht und in demselben Jahre Davy den Volta'schen Lichtbogen entdeckt; allein es bedurfte vorerst noch langer Jahre ernster Gelehrtenarbeit, bis es gelang, den ersten praktischen Telegraphenapparat herzustellen und eine brauchbare elektrische Lampe zu construieren. Erst nachdem neben den physiologischen, chemischen und thermischen Wirkungen des Stromes auch noch die Fernwirkungen desselben durch Oerstedt entdeckt und ihre Gesetze durch Männer, wie Ampère, Schweigger, Arago, Faraday, Gauss und Weber, Wheatstone, Poggendorff, Dove und viele Andere näher ergründet waren, konnte der kühne Plan Sömmerings in Erfüllung gehen. Aber obgleich die Telegraphen, welche Gauss und Weber in Göttingen und Steinheil in München schon anfangs der dreissiger Jahre wirklich herstellten, gut arbeiteten, vergieng doch noch ein Decennium, bis der praktische Sinn der Amerikaner und Engländer die Telegraphie thatsächlich ins Leben rief. Und welche Bedeutung hat sie in dem halben Jahrhundert ihres Bestehens erlangt?

In ihren vielfachen Anwendungen ist die Telegraphie ein Factor geworden, der das ganze heutige Culturleben maassgebend bestimmt und umgestaltet hat. Jedes Zeitungsblatt, das wir zur Hand nehmen, gibt Zeugnis davon, wenn es nicht nur Nachricht bringt, was gestern in England und Frankreich, in Italien und Russland geschah, sondern in einem uns auch meldet, wie in Asien die Völker auf einander schlagen, ein Erdbeben in Australien oder den Südseeinseln verheerend wüthete, die Getreidepreise in Chicago und die Börsencourse von New-York. Mittels der Feldtelegraphen werden die modernen Schlachten geleitet, die Bewegungen der Heere bestimmt und ihre Verpflegung bewerkstelliget; der Feuertelegraph meldet den Ausbruch des Feuers zu einer Zeit, wo der glimmende Funke noch leicht zu löschen ist, und mit elektrischen Signalapparaten werden die Eisenbahnzüge ungefährdet durch das verworrene Schienennetz der grossen Bahnhöfe und das scheinbare Chaos frachtenbeladener Wagen hindurchgeleitet. Der elektrische Distanzmesser verkündet den Batterien die Entfernung und Stellung des feindlichen Schiffes und zeigt den Augenblick an, in welchem der verderbenbringende Torpedo elektrisch zu entzünden ist. Der elektrische Strom misst die Geschwindigkeit des Geschosses in der Luft und die Zunahme der Geschwindigkeit in jedem Theile des Geschützrohres; dem Schiffer und dem Landmann verkündet der Telegraph das Heranziehen eines Gewittersturmes und dem gelehrten Beobachter im Observatorium den bevorstehenden Ausbruch des Vulcans. Den Bergmann warnt der Grubengasmelder vor der Explosion der schlagenden Wetter im tiefen Schachte, und der elektrische Wasserstandszeiger kündigt

die drohende Ueberschwemmung an, gar nicht zu gedenken der unzähligen Dienstleistungen der Signalapparate im Hause, in der Werkstatt, in Fabriken und öffentlichen Gebäuden. Wir könnten uns die Welt nicht mehr vorstellen ohne diese grossen und mannigfaltigen Dienstleistungen des elektrischen Stromes, und dennoch haben unsere Väter noch einen grossen Theil ihres Lebens verbracht ohne diese Einrichtungen. Trotz alledem sind wir aber noch keineswegs am Ende der telegraphischen Aera angelangt. Der Telegraph zeigt an, schreibt, druckt und zeichnet; das Telephon und Mikrophon gestatten die menschliche Sprache selbst in die Ferne zu tragen und ermöglichen es, das lebendige Wort in Entfernungen von Hunderten von Kilometern zu hören. Das Telephon, einer der geistvollsten Apparate, welche die Physik kennt, ist durch seine Leistungen auch bereits eines der wichtigsten Verkehrsmittel der Menschheit geworden.

Aber nicht nur die grosse Fortpflanzungsgeschwindigkeit schafft so ausserordentlichen Nutzen, sondern wir bedienen uns auch der physiologischen, chemischen und thermischen Eigenschaften des elektrischen Stromes für zahlreiche nützliche, ja unentbehrlich gewordene Anwendungen. Der Arzt heilt Krankheiten und führt mit dem elektrisch glühend gemachten Drahte Operationen aus, der Bergmann entzündet damit die Mine, der Metallurg scheidet durch dieselbe Kraft die festgefügtesten Metalle, und in zahlreichen Werkstätten werden die verschiedensten Gegenstände mit einer feinen Schichte Edelmetalls überzogen; der elektrische Strom vergoldet, versilbert, verkupfert und vernickelt. Der Chemiker führt mit Hilfe desselben die schwersten und feinsten Analysen aus, und der Physiker benützt ihn zur Herstellung zahlreicher wissenschaftlicher Apparate.

Bei allen diesen Einrichtungen kommen meist nur schwache Ströme zur Verwendung, Ströme, welche eine schädliche oder gar gefährliche Wirkung auf den Menschen nicht auszuüben vermögen. Gefahren haben sich erst ergeben, als die rastlos vorschreitende Technik elektrische Ströme von grosser Kraft zu erzeugen und für das tägliche Leben nutzbringend anzuwenden vermochte.

Allerdings bedurfte es noch eines viel längeren Zeitraumes von der Davy'schen Entdeckung des Volta'schen Lichtbogens bis zur Einführung des elektrischen Lichtes als von der gleichzeitigen Entdeckung Sömmerings bis zur Telegraphie. Bevor es zur praktischen Verwertung des Lichtbogens für Beleuchtungszwecke kommen konnte, mussten erst Maschinen erdacht werden, welche imstande waren, grosse Mengen elektrischer Kraft ununterbrochen zu erzeugen, und mussten Einrichtungen erfunden werden, welche eine Theilung des elektrischen Stromes möglich machten und eine Constanz des Beleuchtungseffectes sicherten.

Die fundamentalste dieser praktischen Aufgaben ist durch das Ingenium von Werner Siemens gelöst worden. Dieser hat im Jänner 1867 der

königl. Akademie der Wissenschaften zu Berlin das Princip der dynamo-elektrischen Maschinen unterbreitet. Sehr bald darauf sind auch die ersten brauchbaren Dynamo-Maschinen von der Firma Siemens und Halske in Berlin hergestellt worden. Wie vielfältig und im Einzelnen abweichend auch die heute in Verwendung stehenden Maschinen für elektrische Kraftübertragung und Lichterzeugung sind, sie beruhen alle auf diesem Principe in Verbindung mit der von Faraday 1831 entdeckten Induction. Am Abend des 7. Mai 1879 erstrahlte die Albert-Hall in London zum erstenmal im magischen elektrischen Lichte; der Prinz von Wales hat an diesem Tage die erste elektrische Ausstellung eröffnet, durch welche der staunenden Welt die Wunder einer neuen Beleuchtungsart vor Augen geführt wurden. Seither hat sich das elektrische Licht die Welt erobert.

Diese starken Ströme, welche für die elektrischen Beleuchtungsanlagen verwendet werden, dienen aber auch noch anderen Zwecken. Sie kommen auf dem Wege der Kraftübertragung für den Betrieb von Motoren und Eisenbahnen in Verwendung; sie finden immer ausgedehntere Anwendung für metallurgische und chemische Zwecke. Durch sie wird das Kupfer vom Gold und Silber geschieden und können alle feuerflüssigen Leiter bearbeitet werden. Mittelst starker elektrischer Ströme schmiedet man heutzutage das Eisen, durchbohrt leicht die dickste Stahlplatte auch unter Wasser und gewinnt das Aluminiummetall aus gewöhnlicher Erde. Mit Hilfe des elektrischen Stromes wird das Wasser in seine Elemente zerlegt und der brennbare Wasserstoff, vielleicht der wichtigste Brennstoff der Zukunft, abgeschieden und können die festesten chemischen Verbindungen gelöst und die Elemente in andere Zustände und Verbindungen übergeführt werden, in denen die Arbeit gewissermaassen aufgespeichert ist, die zu ihrer Zerlegung und Umsetzung aufgewendet wurde. Daraus ergibt sich eine unendlich weite Perspective künftiger nutzbarer Anwendungen elektrischer Ströme. Mit Hilfe der Elektricität wird es vielleicht einstens möglich sein, noch ganz andere und gewaltigere Kräfte der Natur für den Menschen auszuwerten als das Feuer und die Kraft des fallenden Wassers, die heute zur Erzeugung der Starkströme allein verwendet werden, und es steht zu erwarten, dass die Elektricität berufen sei, dem Menschen der Zukunft noch viel wertvollere Arbeiten zu leisten, als dies heute schon geschieht. Werner Siemens hat diesem Gedanken einst folgenden schönen Ausdruck geliehen: „Auch der weitere Schritt von der Darstellung von Brenn- zu der von Nährstoffen ist durchaus nicht undenkbar. Es gehört sogar kein allzu kühner Flug der Phantasie dazu, um sich eine Zukunft auszumalen, in der die Menschheit die lebendige Kraft, welche die Sonnenstrahlen der Erde in ungemessenem Betrag zuführen und die sich uns zum Theil im Wind und in den Wasserfällen zur directen Benützung zur Verfügung stellt, mit Hilfe des elektrischen Stromes zur Herstellung alles nöthigen Brennstoffes verwendet und die für ihre Kindheit von der

Natur vorsichtig aufgestapelten Kohlenlager ohne Nachtheil zu entbehren lernt."[1])

Was endlich die jüngst entdeckten Ströme von hoher Frequenz und Wechselzahl, die uns Hertz und Tesla kennen lernten, für praktische Verwendungen finden werden, das vermag wohl noch kaum ein Mensch zu ahnen. Vorläufig steht die ganze wissenschaftliche Welt staunend vor neuen Erscheinungsweisen der elektrischen Kraft.

Es ist meines Erachtens auch für den Arzt, dessen Aufgabe das Studium jener pathologischen Erscheinungen ist, welche mitunter durch die in der Technik verwendeten elektrischen Starkströme hervorgerufen werden, nicht ohne Interesse, sich darüber klar zu sein, dass die unerwünschten Nebenwirkungen, die zur Schädigung von Menschenleben führen, so bedauerlich sie auch sind, doch geringfügig erscheinen gegenüber dem enormen Nutzen, welchen die Elektricität der Menschheit schafft. Gleichwohl beanspruchen diese industriellen Verunglückungen die vollste Beachtung des Naturforschers und Arztes, des Sanitätsbeamten und Richters. Denn sie alle stehen neuen oder doch noch wenig bekannten Erscheinungen gegenüber. Die Pathologie kennt nicht genügend die Veränderungen, welche der tödtliche Strom in den Organen hervorruft, um ein völlig zutreffendes Bild des elektrischen Todes entwerfen zu können; die Physiologie vermag nicht das Wesen der Vorgänge sicher zu erklären, welche zum Tode führen; der Arzt steht rathlos vor dem Verunglückten und weiss nicht Hilfe zu schaffen, der Sanitätsbeamte kann nicht Zweckentsprechendes verfügen, um den Unfällen vorzubeugen, weil die Erfahrung mangelt, und der Richter fühlt vielleicht peinlich die Unzulänglichkeit der Gesetze und den Mangel besonderer Bestimmungen.

So stellte sich mir die Sache thatsächlich vor Augen, als ich im Mai 1892 zum erstenmal vor der Aufgabe stand, bei einem Falle von tödtlicher Verunglückung durch den elektrischen Strom als gerichtlich-medicinischer Sachverständiger zu intervenieren. Das quälende Gefühl mangelnder eigener Erkenntnis und das Unbehagen, das ich empfand, als auch die mir zunächst zugängige deutsche Literatur fast gar nichts Verwertbares bot, waren die starken Triebfedern für die vorliegende Arbeit. Durch die Gunst des Zufalles, der auch in der Wissenschaft eine Rolle spielt, sind mir seither zwei weitere Fälle tödtlicher und mehrere Beobachtungen nicht tödtlicher elektrischer Verunglückungen zugewachsen.

Ueberdies habe ich in mehreren Versuchsreihen ziemlich zahlreiche Thierversuche angestellt, die nicht nur wertvolle Thatsachen über die unmittelbaren Wirkungen von Starkströmen auf den Thierkörper zutage förderten, sondern aus denen auch Material für pathologische und mor-

[1]) Dr. Werner Siemens. Die Elektricität im Dienste des Lebens. Für die Naturforscherversammlung zu Baden-Baden bestimmter, wegen verspäteter Anmeldung nur im Auszuge gehaltener Vortrag. Beilage zur Augsb. allg. Ztg. 1879, Nr. 280, 281.

phologische Untersuchungen gewonnen wurde. Endlich war ich bestrebt, möglichst die ganze bisherige Literatur, welche fast ausschliesslich eine englisch-amerikanische und französische ist, zu sammeln. Für die vollständige und einheitliche Verarbeitung dieser Studien schien mir die Form der Monographie am geeignetsten, worin ich nicht nur die eigenen Beobachtungsthatsachen und Versuchsergebnisse als Bausteine weiterer theoretischer Forschungen hinterlegte, sondern auch das zusammenfasste, was für die praktische Thätigkeit des Arztes und Gerichtsarztes, Sanitätsbeamten und Richters von Wert sein dürfte.

ANATOMISCH-PHYSIOLOGISCHER THEIL

I.

Elektrobiologie.

Wirkungen der Elektricität auf den lebenden Organismus.

Um zur Erkenntnis des Wesens der elektrischen Tödtung zu gelangen, erscheint es mir nothwendig vorerst jene Erscheinungen kennen zu lernen, welche als unmittelbare Folge der Einwirkung auftreten. Es ist für die Beurtheilung der Frage, welche den eigentlichen Kernpunkt meiner Arbeit darstellt: Aus welchen Ursachen, infolge welcher Störungen tritt der Tod durch Elektricität ein? von Belang, nicht nur die an der Leiche zur Beobachtung kommenden Veränderungen, sondern auch den Vorgang der Tödtung selbst, das ist die Symptomatologie des elektrischen Shoks festzustellen. Ich glaube es ohne Vorbehalt aussprechen zu dürfen, dass nur eine nach beiden Richtungen geführte Untersuchung imstande ist, ein wissenschaftlich befriedigendes Ergebnis herbeizuführen. Nur Francis Biraud[1]) hat bisher in seiner vortrefflichen Schrift über den Tod und die Verunglückungen durch hochgespannte elektrische Ströme diese Forderung erfüllt und gleichmässig die physiologischen Wirkungen wie die pathologischen Veränderungen ins Auge gefasst. Alle andern Untersucher haben entweder das eine oder das andere gethan.

Das wissenschaftliche Material dieses biologischen Abschnittes besteht in Beobachtungen an Thieren und an Menschen. Bevor ich jedoch meine eigenen Thierversuche mittheile und die Erscheinungen schildere, welche ich und andere an nicht tödtlich getroffenen Menschen wahrzunehmen Gelegenheit hatten, glaube ich eine zusammenfassende Darstellung unserer bisherigen Kenntnisse über die Wirkungen starker elektrischer Kräfte auf den Organismus voranschicken zu müssen.

---

[1]) Francis Biraud, La mort et les accidents causés par les courants électriques de haute tension. Thése de la Faculté de Médecine et de Pharmacie de Lyon. Série 1. No. 780. Lyon 1892.

1. *Die bisher bekannten Thatsachen.*

Die ersten Kenntnisse über die Wirkungen der Elektricität rühren von den Beobachtungen her, welche man an Menschen und Thieren, die vom Blitz getroffen worden sind, seit jeher zu machen Gelegenheit hatte. Obwohl es keineswegs im Vorwurfe dieser Arbeit liegt, auch die Blitzwirkungen erschöpfend darzustellen, so werde ich doch wiederholt auch darauf zu verweisen haben und wird insbesondere untersucht werden müssen, ob die Elektricität in ihren beiden Hauptformen als Reibungselektricität und als Contactelektricität essentiell verschiedene Wirkungen hervorrufen oder nicht. Es liesse sich theoretisch ganz wohl vorstellen, dass ein und dieselbe Kraft bei wesentlich verschiedener Form der Einwirkung auf den Organismus auch ganz verschiedene Erscheinungen auslöste.

Die Reibungselektricität ist in der Natur der Hauptsache nach als elektrische Ladung der Atmosphäre vorhanden, die bei Gewitterbildungen durch Influenzwirkung zwischen den übereinander verschobenen Wolken und der Erdoberfläche eine enorme Höhe erlangen kann. Der Ausgleich der entgegengesetzten Elektricitäten erfolgt in der bekannten Weise als Entladungsschlag, wobei elektrische Funken von mitunter ungeheurer Funkenlänge überspringen. Im Laboratorium stellen wir diese Form der Elektricität durch Ladung der Leydner Flasche und durch die Influenzmaschine dar. Die Wirkung dieser elektrischen Entladungen auf Organismen, welche in die Entladungsbahn eingeschaltet oder durch Influenz selbst stark elektrisch geladen wurden, ist eine einmalige, kurz dauernde, aber sehr intensive. In dem Momente, wo die Entladung erfolgt, hört auch die Einwirkung selbst auf. Sie besteht in der gewaltsamen und momentanen Wiederherstellung des mehr weniger hochgradig gestört gewesenen elektrischen Gleichgewichtes eines Körpers.

Wesentlich anders erscheint uns im Lichte rein theoretischer Betrachtungen die Wirkungsweise der fliessenden, galvanischen Elektricität. Grundbedingung einer Wirkung des elektrischen Stromes auf den Organismus überhaupt ist, dass dieser in den Stromkreis eingeschaltet wird. Der Körper fungiert dann auf eine gewisse Strecke als Leiter einer continuierlich wirkenden elektrischen Kraft. Diese wird sich solange ohne Unterbrechung äussern, als die Einschaltung andauert, das ist, solange der Contact besteht. Ist der Körper isoliert, so kann der Strom überhaupt nicht auf ihn übertreten, die Berührung eines vom Strome durchflossenen Leiters von Seite eines gut isolierten Menschen ist absolut ungefährlich. Der Strom ist in diesem Falle wirkungslos, da er trotz des Contactes nicht in den Körper eindringen kann. Die Erkenntnis dieser grundgesetzlichen Verschiedenheiten in der Wirkungsweise elektrisch geladener Körper und der fliessenden Elektricität wird sowohl der Beurtheilung der Phänomene

wie der Prophylaxe des elektrischen Todes zu Grunde gelegt werden müssen.

Fast alles, was im Laufe der Zeiten über die Wirkungen des Blitzes beobachtet wurde, ist von Arago[1]) gesammelt worden. Auch neuere Beobachtungen konnten nur zumeist schon Bekanntes bestätigen; bloss wenige Arbeiten haben unsere Kenntnisse thatsächlich noch erweitert. Dieser berühmte Naturforscher stellt folgenden Satz an die Spitze seiner Erörterungen:

„Wenn der Blitz Menschen oder Thiere trifft, die in gerader Linie oder in einer nicht geschlossenen krummen Linie nebeneinander stehen, so sind seine Wirkungen an den beiden Enden der Reihe stets am häufigsten und verderblichsten.“

Zur Begründung seines Lehrsatzes führt er eine Reihe allerdings überzeugender Beispiele an: Der Blitz schlug am 2. August 1785 in ein Stallgebäude zu Rambouillet, in welchem 32 Pferde in einer einzigen Reihe standen. 30 Pferde wurden mit einem Schlage niedergeworfen. Ein einziges blieb auf der Stelle todt; es bildete das eine Ende der Reihe; ein anderes sehr schwer verletztes, das auch starb, stand an dem entgegengesetzten Ende. — In einem Zimmer eines Hauses, in welches der Blitz einschlug (22. August 1808 im Dorfe Knonau in der Schweiz), sassen 5 Kinder auf einer Bank und lasen. Das erste und das letzte fielen auf der Stelle todt nieder; die 3 übrigen kamen mit einer heftigen Erschütterung davon. — Im Jahre 1801 traf der Blitz zu Praville bei Chartres eine Windmühle und entzündete sie, dass sie gänzlich niederbrannte. Zur selben Zeit gieng der Müller zwischen einem Pferde und einem Maulthiere einher, die mit Korn beladen waren. Die beiden Thiere, von demselben Schlage getroffen, blieben todt auf dem Platze; der Müller kam mit einer starken Betäubung und einigen verbrannten Haarlocken davon. (A. o. O. S. 239.)

Dass durch den Blitz Metalle zum Schmelzen gebracht werden können, war schon den Alten bekannt. Aristoteles schreibt in seiner Meteorologie (Buch 3, Cap. 1): „Man hat das Kupfer eines Schildes schmelzen sehen, ohne dass zugleich das Holz beschädigt wurde.“ Dieser Eigenschaft des Blitzes gedenken auch Lucrez, Seneca und Plinius; sie führen namentlich an Eisen, Gold, Silber, Kupfer und Bronze. Seneca sagt: „Silber schmilzt, ohne dass der Beutel, der es enthält, beschädigt wird . . . Der Degen schmilzt in der Scheide, welche unverletzt bleibt. Das Eisen der Wurfspiesse fliesst am Holze entlang, und das Holz fängt nicht Feuer.“ Arago[2]), der diesem Gegenstande eine besondere Aufmerksamkeit zugewendet hat, theilt eine grosse Anzahl solcher Metall-

[1]) F. Arago's sämmtliche Werke. Mit einer Einleitung von Alexander v. Humboldt. Deutsch von W. G. Hankel. IV. Band. Leipzig 1854.

[2]) F. Arago's sämmtliche Werke. 4. Band. „Ueber das Gewitter“. Leipzig 1854. S. 79 ff.

schmelzungen durch den Blitz mit. In neuerer Zeit habe ich einen Fall von Tödtung durch den Blitz beschrieben, wo lediglich aus dem Befunde von geschmolzenen Kupfermünzen, die in der Tasche des Getödteten vorgefunden worden waren, ohne dass sich Zeichen von Verbrennung der Kleider zeigten, die Todesart festgestellt werden konnte. Dieser Befund veranlasste mich zu experimentellen Untersuchungen, durch welche ich den Nachweis erbracht habe, dass schon Ströme, wie sie für Beleuchtungszwecke mitunter verwendet werden (Wechselströme von 1600 Volt-Spannung aufwärts) Metalle schmelzen.[1]) Es könnten daher gelegentlich auch bei der Tödtung durch einen hochgespannten Strom an metallenen Gegenständen, die der Getroffene trägt, oberflächliche Schmelzungen vorkommen. Die diagnostische Bedeutung eines solchen Befundes ist einleuchtend.

Ueber die Art und Weise, wie der Blitz eigentlich tödte, sind folgende Theorien aufgestellt worden:

John Hunter behauptete, dass der Blitz beim Durchgange durch den Körper eine gänzliche und augenblickliche Zerstörung der Lebenskraft hervorbringe, was nach Arago's zutreffendem Urtheile so viel heisst, als bekannte Thatsachen in dunklen Worten wiederholen. Nach Brodie ist der Tod die Folge der Wirkung des Blitzstoffes auf den Kopf. (!) Edwards betrachtete den Tod als das Resultat einer Desorganisation des Nervensystems, und Edward Robin schreibt den durch den Blitz herbeigeführten Tod einer Art Asphyxie oder einem gewissen plötzlichen Verschwinden des atmosphärischen Sauerstoffs zu und findet einen Beweis für die Richtigkeit seiner Theorie in den Beobachtungen Fontana's, von denen noch weiter unten die Rede sein wird.

Arago[2]) legt das Hauptgewicht auf die physikalischen Erscheinungen, ohne selbst eine Hypothese über die eigentliche Todesveranlassung durch den Blitzschlag aufzustellen. Er sagt: „Der Blitz übt auf den Körper der Personen, welche er trifft, beträchtliche mechanische Wirkungen aus, die gewöhnlich in deutlicher Beziehung zu den an der Bekleidung der getroffenen Personen befindlichen Metallstücken stehen . . . Wenn der vom Blitze getroffene Mensch ein Taschen- oder Federmesser, Nähnadeln oder andere stählerne Sachen bei sich hatte, so ist der starke Magnetismus, den diese Gegenstände augenblicklich erhalten, für den Gerichtsarzt vielleicht der überzeugendste Beweis, dass der Tod durch das atmosphärische Meteor veranlasst worden ist.“ Von anatomischen Veränderungen führt er an, dass bisweilen die Spuren des Blitzes nur auf die Oberfläche beschränkt bleiben und sich in einer Unterlaufung mit Blut zeigen (Blitzfiguren); mitunter kämen aber auch schwerere Verletzungen innerer Organe, selbst Knochenbrüche vor. Er erwähnt ferner, dass bei vom Blitze erschlagenen Menschen

---

[1]) J. Kratter. Ueber eine eigenartige Wirkung des Blitzes. Vierteljahrschr. f. ger. Med. III. F. 2. Bd., 1891. S. 18.

[2]) F. Arago A. o. O. S. 308.

und Thieren angeblich das Blut im Körper nicht gerinne, was er für falsch hält, wie er auch das angegebene Ausbleiben der Todtenstarre durch die Untersuchungen von Schultes als widerlegt betrachtet. Noch wird der rasch eintretenden Fäulnis Erwähnung gethan.

Von nicht tödtlichen Wirkungen des Blitzes sind Arago bekannt: Taubheit, Amaurose und Lähmungen der Arme und Beine.

Dr. Schneider[1]) in Fulda hat in einer Abhandlung über die Blitzwirkung die Ergebnisse seiner Untersuchungen in folgende Sätze zusammengefasst: 1. Der Blitz dringt nicht in den menschlichen Körper, sondern verletzt nur seine Oberfläche. 2. Nicht Verbrennung, sondern heftige Erschütterung besonders des Gehirnes und überhaupt des Nervensystems verursacht wahrscheinlich den Tod. 3. Wenn der Blitz auf Menschen oder Thiere trifft, so tödtet er sie meistens auf die schnellste Weise; im anderen Falle werden sie nur äusserlich verletzt, oft auch an einzelnen Stellen des Körpers gelähmt; in seltenen Fällen entgehen sie dem Tode dadurch, dass der Blitz an den Kleidern eine Leitung findet und so ohne sehr wesentliche Beschädigung des menschlichen Körpers herabfährt. 4. Die äusserlich zu bemerkenden Verletzungen bestehen meist in Brandwunden, welche so bedeutend sein können, dass sie den Tod zur Folge haben. 5. Die inneren Theile findet man selten zerstört, selten Knochen zerschmettert und Gefässe zerrissen.

Es verdient kaum Erwähnung, dass Corresi[2]) auf Grund von drei Beobachtungen als pathognomonisches Zeichen des Blitztodes Folgendes aufstellt: die Augen seien immer hervorstehend, so dass sie durch die Augenlider nicht vollständig bedeckt werden könnten, glänzend und zeigten in den unbedeckten Stellen der Sclera nach beiden Seiten hin konische, dunkelrothe Flecke, mit der Basis nach der Iris gekehrt. (Postmortale Vertrocknung, allgemeine Leichenerscheinung bei nicht geschlossenen Augenlidern.)

Dagegen sind namentlich im Hinblick auf die Ergebnisse der jüngsten experimentellen Untersuchungen über die physiologischen Wirkungen starker elektrischer Ströme auf den menschlichen Körper die, wie es scheint, bereits in Vergessenheit gerathenen Sätze Auzouy's[3]) höchst interessant. Er sagt: 1. Die vom Blitz Getroffenen sterben in der Regel asphyktisch; 2. sie sind daher, wenn rasche Hilfe vorhanden ist und nicht über eine Viertelstunde ausbleibt, meist zu retten, da nur eine sehr geringe Anzahl derselben als augenblicklich todt zu betrachten ist.

[1]) Dr. Schneider, Allgemeine Betrachtungen über die Blitzwirkung. Henke's Zeitschrift für Staatsarzneikunde. Erlangen 1833, 19. Ergänzungsheft, S 239.

[2]) Giornale delle scienze mediche di Torino. Dcbr. 1840. Schmidt's Jahrb. III. Suppl. Bd., S. 267.

[3]) Gazette hebdomadaire V. 2. Schmidt's Jahrb. 1858. Bd. 100, S. 78.

Wilhelm Stricker[1]) schildert in einer trefflichen Abhandlung die Wirkung des Blitzes auf den menschlichen Körper folgendermaassen:

I. Der Verletzte steht während des Gewitters mit dem Körper vom Nacken ab (etwa an einem Baum) angelehnt. Der Blitz trifft den Baum, spaltet durch Erhitzung der unter der Rinde liegenden Cambium-Schicht und Verdampfung der in ihr enthaltenen Flüssigkeit die Rinde bis zur Stelle, wo der angelehnte menschliche Körper die weitere Leitung übernimmt.

Wo der Blitz zum Körper überspringt, also auf Nacken oder Schulter, macht er eine heftige Verbrennung mit lebhaftem Schmerz, Extravasaten und Injection der Gefässe, oft in der Form hand- oder blattförmiger Ausbreitungen. Von da verläuft ein schmaler Streif auf dem Rücken hin bis zu den Nates, allmählich schmäler werdend und weniger tief greifend als die Uebergangsstelle war. An dem Gesäss, wo bei dem Manne die Kleidung eng den Leib berührt, wird jedenfalls die Leitung erschwert. Nun wird entweder

a) die Leitung weiter durch die Haut vermittelt; in diesem Falle ist die Stelle, meist am Trochanter durch eine tiefe Verbrennung bezeichnet. Der Streif geht auf einer oder beiden Seiten weiter, immer schwächer werdend, in der Kniekehle meist eine stärkere Verbrennung erzeugend, läuft an der Wade herab und springt entweder, wenn der Fuss bekleidet ist, in der Mitte der Wade auf die Schuhe (Stiefel) über und zerstört sie, oder die Blitzmaterie bleibt der Leitung durch die Haut bis zur Ferse treu, verwundet diese, wo der Körper auf ihr ruht, durchschlägt den Absatz der Fussbekleidung dem Gesetz der unterbrochenen Leitung gemäss und schlägt ein Loch in die Erde. Manchmal geht auch die Leitung nach dem Knöchel, macht dann hier eine tiefe Verbrennung und zerstört die Fussbekleidung in seitlicher Richtung. Oder

b) die Leitung pflanzt sich in der Kleidung fort, zerstört diese, ohne das Bein zu verletzen, oder der Blitz durchbricht das Beinkleid auch bloss mit einem runden Loch.

II. Trifft der Blitz eine freistehende Person, so wird die Kopfbedeckung zerstört und der Kopf auf den Scheitel getroffen. Die Leitung ist von jetzt an eine doppelte:

a) entweder springt der Blitz von den Schädelknochen auf das Gehirn über und tödtet dann durch die einfache oder combinierte Wirkung der Zerstörung der Hirnmasse oder Zerreissung der Blutleiter und Gefässe;

b) oder die Leitung wird durch die Haut vermittelt. In diesem Falle wird die Haut des Gesichtes und Halses meist vollständig verschont, und der Blitz macht erst wieder am Brustbein eine tiefe Verbrennung. Von da

[1]) Wilhelm Stricker, Die Wirkung des Blitzes auf den menschlichen Köiper. Virch. Archiv 1861, XX. Bd., S. 45.

geht der Streif, schwächer werdend, bis zur Inguinalgegend, wo durch die enganliegenden Kleider wieder eine Unterbrechung herbeigeführt wird, deren Folge gewöhnlich tiefe Verbrennung der Leistengegend und der Geschlechtstheile ist. In seltenen Fällen geht die Leitung am Unterleib tiefer als die Haut, erzeugt tödtliche Zerreissung der Gedärme oder wenigstens Contusionen der Leber, Milz, des Magens und der vorderen Peritonealwand. Von hier an geht die Leitung in verminderter Wirkung durch die Haut allein oder durch Haut und Kleidung oder auch durch die Kleidung allein bis zum Fussrücken, wo sich eine Wunde bildet und die Zerstörung der Fussbekleidung erfolgt. Beide Arten des Verlaufes auf der hinteren und vorderen Körperseite können durch Theilung der Leitung von oben her vereinigt vorkommen.

Die Verbrennung der Haare bezeichnet W. Stricker als das empfindlichste Reagens auf die Leitung der elektrischen Materie; sie kommt auch da vor, wo keine weitere Hautverletzung verursacht wird. Die Verbrennung kann alle Grade zeigen: von einer tiefgreifenden, dem Brenneisen ähnlichen Wirkung bis zur einfachen Vertrocknung der Oberhaut. Von Allgemeinbefunden erwähnt er nur die beträchtliche Erweiterung der Pupillen und den raschen Eintritt der Fäulnis.

Stricker sowohl wie Langerhans[1]) stimmen in der Erklärung der baumförmig verzweigten rothen Linien, welche man in der Umgebung der vom Blitz getroffenen Stelle wahrzunehmen pflegt, dahin überein, dass diese Erscheinung (die sog. Blitzfiguren) einer Injection baumförmig verzweigter Hautgefässe zuzuschreiben seien. Diese Ansicht wird von Rindfleisch[2]) an der Hand einer allerdings beweisenden Beobachtung widerlegt. Bei einem am 31. Mai 1862 vom Blitze getroffenen muskelkräftigen Manne waren an der rechten Körperseite dendritische Figuren vorhanden, deren Ramificationen gerade umgekehrt angeordnet waren, wie die Verzweigungen der Arterien, Venen und Lymphgefässe jener Gegend.

Rindfleisch schildert die in diesem Falle typisch und besonders schön entwickelten Befunde sehr klar und präcis folgendermaassen:

Starke Todtenstarre, 12 Stunden nach dem tödtlichen Momente. Kopf und Hals bläulich livide, gedunsen. Die Augäpfel, etwas aus den Augenhöhlen hervorstehend, sind von den Lidern nicht völlig bedeckt; die nicht bedeckten Stellen der Conjunctiva zeigen eine sehr dichte Gefässinjection bis fast zum Verschwinden des Weissen (Corresi). Die Pupillen sind erweitert und nach links und unten stark verzogen. In dieser Richtung liegt die Stelle, an welcher der Blitz den Körper zuerst berührt hat. Am vorderen Rand der linken Achselhöhle ist eine thalergrosse braune Eschara zu bemerken. Von dieser zieht sich ein handbreiter Streifen unzähliger,

[1]) Zwei Fälle von Tödtung durch Blitzschlag Virch. Archiv. XXIV, S. 200.

[2]) Rindfleisch. Ein Fall von Blitzschlag. Virch. Archiv 1862, XXV, S. 471.

linsengrosser bis punktförmiger Brandwunden an der linken Seite des Rumpfes abwärts bis zum Hüftbeinkamm; eine kleine, aber tiefe Wunde befindet sich an der oberen Fläche des linken Oberschenkels, zwei desgleichen an zwei genau gegenüberliegenden Punkten der Innenflächen beider Oberschenkel und endlich eine einfache Reihe sehr kleiner Brandstellen über dem vorderen Rande des linken Schienbeins. Diese tiefergehenden Verbrennungen sind umgeben von einem diffusen Erythem der Hautoberfläche, welches sich am Bauch bis fast zur Linea alba erstreckt. Hier setzt es sich in Form der in der Abbildung wiedergegebenen baumförmig verzweigten Linien fort.

An inneren Befunden fand sich die von Vielen bestrittene Hypervenosität des Blutes: dasselbe war an keiner Stelle des Gefässystems geronnen, dunkel, mikroskopisch nicht verändert. Die inneren Organe waren sämmtlich unverletzt, die linke Hemisphäre des Gehirns, sowie die linke Lunge etwas mehr hyperämisch als die entsprechenden rechten.

In einem von Tourdes[1]) in Strassburg mitgetheilten Falle von Blitzschlag, durch welchen am 13. Juli 1869 auf der Rheinbrücke zwischen Kehl und Strassburg drei französische Soldaten verunglückten, bestanden die wahrnehmbaren Verletzungen in Verbrennungen mit Erosion und Vertrocknung der Oberhaut und Schrumpfung der Haut. Die Verbrennung erschien theils in breiten Flecken, theils punktiert, theils in Streifenform. Ein einzelnes grösseres Bläschen mit röthlicher Flüssigkeit befand sich an der Plantarseite eines Fusses, dessen Nägel weggerissen waren. Bei den beiden augenblicklich Getödteten (der Dritte war am Leben geblieben) fand sich Verbrennung der Spitzen der Kopfhaare, Augenbrauen, Wimpern, des Schnurr- und Kinnbartes. Bei dem einen war das Trommelfell eingerissen. Die Metallgegenstände, welche die Erschlagenen an sich trugen, zeigten alle Spuren der Einwirkung des Blitzes. Weder Bruch der Schädelknochen noch Zerreissung des Gehirnes wurde gefunden. Die pathologisch-anatomischen Erscheinungen waren die der Erstickung. Die Leichenstarre vollkommen und allgemein. Die starren Muskeln zeigten die bekannte Reaction. Das Blut flüssig, bräunlich, ohne Gerinnsel. Die Spectral-Analyse ergab die gewöhnlichen Streifen.

Schon frühzeitig sind auch experimentelle Untersuchungen über den Tod durch Elektricität angestellt worden. Der erste, welcher die Wirkung elektrischer Entladungen auf Thiere studierte, war Priestley, der im Jahre 1766 seine Untersuchungen anstellte. Er hat schon die Thatsache festgestellt, dass der Tod herbeigeführt werden könne durch die Erschütterung des Entladungsschlages allein, ohne Veränderungen an den Geweben selbst zu erzeugen.

---

[1]) Vgl. S. A. J. Schneider, Ueber den Tod durch Blitz. Deutsch. Ztschft f. Staatsarzneikunde 1870, Hft. 1 und Friedrich's Blätter f. ger. Med. 1871, S. 427.

Von ganz besonderem Interesse sind die ausgedehnten Thierversuche, welche F o n t a n a[1]) angestellt und 1775 veröffentlicht hat.

Die Untersuchungen F o n t a n a's dem Schicksale der Vergessenheit zu entziehen, ist umsomehr Pflicht des Forschers der Gegenwart, als sie eine für die damalige Zeit geradezu imponierende wissenschaftliche Exactheit bekunden, wenn schon die thatsächlichen Ergebnisse dieser Forschungen wohl wesentlichen Correcturen unterworfen werden müssen.

Zur Tödtung von grösseren warmblütigen Thieren, z. B. Lämmern, Ziegen, Hühnern u. dgl. bediente sich Fontana einer Batterie (Leydner-Flasche) von 50 Quadratschuh Belegung. Er beobachtete dabei, dass die Thiere häufig mit einem einzigen Schlage getödtet wurden. War die Batterie schwach geladen, so starb das Thier entweder gar nicht oder nur langsam, doch bemerkte man allezeit, dass es sich nach der elektrischen Erschütterung kaum auf den Füssen erhalten konnte, und dass seine Muskeln schlaff, weich und durchaus geschwächt waren. (Elektrische Paralysen und Paresen.) Ein zweiter oder dritter Schlag konnte ein Thier in diesem Zustande allezeit sicher tödten.

Bezüglich der unmittelbaren Wirkung des elektrischen Schlages sagt Fontana, dass sich die Muskeln fast allezeit zusammenziehen, doch ist die Bewegung zuweilen kaum merklich und stets geringer als diejenige, welche ein Blitz am Rückenmark verursacht.

Wenn er durch Elektricität getödtete Thiere sogleich nach dem Tode öffnete, so fand er, dass sich das Herz nicht mehr bewegte und auch bei Anwendung der stärksten Reize seine Bewegung nicht mehr begann, doch wurden an demselben, besonders an den Stellen, wo es mit Nadeln gereizt worden war, kleine zitternde Zuckungen wahrgenommen. Auch die übrigen Muskeln waren ohne Bewegung, und das Zwerchfell zog sich nicht zusammen, wenn man gleich die Nerven desselben noch so stark reizte. Bei starken Reizungen des Rückenmarkes erfolgte zuweilen Bewegung einiger Muskeln, die aber, nicht beständig und sehr schwach, mehr einem Zittern als einer gewöhnlichen Zusammenziehung ähnlich war.

Kaltblütige Thiere, Schildkröten, Aale, u. s. w. sterben nach Fontana ebenfalls von elektrischen Erschütterungen und zwar ordentlicherweise mit zusammengezogenen Muskeln.

---

1) Felix F o n t a n a's Beobachtungen und Versuche über die Natur der thierischen Körper. Aus dem Italienischen übersetzt von E. B. G. H e b e n s t r e i t. Leipzig 1785. (Ricerche filosofiche sopra la fisica animale di Felice Fontana, Firenze 1775.)

Auffallenderweise hat B i r a u d in seiner schon erwähnten ausführlichen Arbeit über die Wirkungen hochgespannter elektrischer Ströme diese interessanten und sehr ausgedehnten systematischen Untersuchungen des berühmten italienischen Gelehrten ganz übersehen: wenigstens erwähnt er dieselben mit keinem Worte, während die in eine spätere Zeit fallenden Versuche von M a r a t (1781—1784) als besonders wichtig mit ungewöhnlicher Breite behandelt werden. (Vgl. a. o. O., S. 11 ff.)

Fontana folgert aus seinen Beobachtungen an Thieren, dass die Elektricität sowohl, als der Blitz durch Tilgung der Reizbarkeit (der Muskeln) tödten, und fasst seine Anschauung über die eigentliche Todesursache beim elektrischen Tod folgendermaassen zusammen: „Die nächste Ursache des Todes bei Thieren, welche die Elektricität getödtet hat, ist demnach unstreitig der Verlust der Reizbarkeit des ganzen Muskelsystems. Da diese nach dem Eingeständnis aller Physiologen die Grundkraft und Quelle des Lebens und aller, sowohl willkürlichen, wie unwillkürlichen Bewegungen ist, so muss auch, wo sie mangelt, im Thiere alles todt sein.“ (A. o. O. S. 152.)

Den Grund der Aufhebung der muskulären Erregbarkeit durch elektrische Einwirkungen sieht Fontana in einer elementaren Veränderung des Muskels. „Die Elektricität zerstört die Reizbarkeit, indem sie das innere Gewebe des Muskels, die Ordnung und den Zusammenhang seiner Grundbestandtheile gänzlich verändert, sie gleichsam zersetzt und mithin auch die in ihnen gegründeten eigenthümlichen Kräfte des Muskels vernichtet.“ (A. o. O. S. 153.)

Nach Fontana hat Marat[1]) (der nachmalige berühmte Demagoge der franz. Revolution) physiologische Versuche an Tauben, Hunden, Katzen, Ratten, Fröschen und anderen Thieren über die Wirkungen von Entladungsschlägen der Leydner-Flasche angestellt, die deshalb als verdienstvoll angesehen werden müssen, weil er die Thiere auch obducierte und einige beachtenswerte Befunde mitgetheilt hat.

Auch weitere Versuche, die im Anfange des 19. Jahrhunderts angestellt wurden, haben keine neuen Thatsachen zutage gefördert. Troostwyk und Krayenhoff, welche unter gleichen Versuchsbedingungen wie Marat an Kaninchen experimentierten, konnten feststellen, dass der Erfolg der Einwirkung verschieden war, je nachdem die Entladung den oberen Theil des Rückenmarkes, das Gehirn, die Herzgegend oder die mittleren und unteren Antheile der Wirbelsäure getroffen hat. In ersteren Fällen wurden die Thiere getödtet, im letzteren Falle nicht. Herbert und Steiglehner bestätigen diese Resultate.

Für das Verständnis der Blitzwirkung dürften endlich noch die Untersuchungen und Beobachtungen wichtig sein, welche moderne Neurologen an nicht tödtlich verlaufenen Fällen zu machen Gelegenheit hatten. Als Folgen von Blitzschlägen treten Erkrankungen des Nervensystems auf, allerdings durchaus nicht bloss in Form der von alters her bekannten „Blitzlähmungen“, sondern mitunter als complicierte Allgemeinerkrankungen des centralen Nervensystems.

[1]) Marat, Mémoire sur l'Électricité Medicale. Travail couronné par l'Academie des Sciences de Rouen. 1884. Cit. nach Biraud a. o. O. p. 11.

Die erste eingehende neurologische Untersuchung rührt von Nothnagel [1]) her. Er zeigte, dass durch den Blitz directe periphere Lähmungen transitorischer Natur entstehen, denen sich später Zustände gesellen können, die den hysterischen analog sind. Ganz ähnliche Beobachtungen haben später Gibier de Savigny [2]) und besonders Charcot [3]) gemacht, der die Blitzneurose zum Gegenstande eines interessanten Vortrages machte, in welchem er dieselbe vom klinischen Standpunkte als eine besondere Form der Hysterie darlegte. Demme [4]) beobachtete bei einem siebenjährigen Kinde eine Art von Spinalparalyse, v. Frankl-Hochwart [5]) sah das Bild der traumatischen Neurose auftreten, und Freund [6]) theilt einen Fall mit, wo sich nach Blitzschlag Störungen entwickelten, die er als Schreckneurose bezeichnete. Ich kann das Auftreten einer Psychoneurose mit schreckhaften Zwangsvorstellungen aus eigener Erfahrung bestätigen und verweise diesbezüglich auf eine Mittheilung in meiner Arbeit über eine eigenartige Wirkung des Blitzes. [7])

Dass nicht nur functionelle Störungen im Gebiete des Nervensystems nach Blitzschlag vorkommen, sondern auch anatomische Läsionen, hat eine Reihe sorgfältiger neuerer Beobachtungen dargethan, wie jene von Leber [8]) und Pagenstecher [9]), welche Veränderungen am Nervus opticus, von Laker [10]), der Blutungen in der Retina fand, und vor Allem von Limbeck [11]), welcher eine nach Blitzschlag aufgetretene rechtsseitige Parese mit Contractur und Steigerung der Reflexe wohl mit Recht auf eine Blutung im Gehirn zurückgeführt und durch interessante Experimente nachgewiesen hat, dass es echte (specifische) und indirecte (durch Gehirnhämorrhagien bedingte) Muskellähmungen nach Blitzschlag gebe.

Im Jahre 1866 stellte noch Tourdes im Vereine mit Bertin Versuche über die Wirkungen der statischen Elektricität an. Sie bedienten

[1]) Nothnagel, Zur Lehre von den Wirkungen des Blitzes auf den thierischen Körper. Virch. Arch. 1880, 80. Bd., S. 327.

[2]) Revue méd. française et etrangère 1881, cit. nach Charcot.

[3]) Leçons du mardi a la Salpêtrière 1889, 19. leçon., deutsch in (Wiener) medic. Wochenschrift 1890.

[4]) Virchow-Hirsch Jahresber. 1883, S. 626.

[5]) v. Frankl-Hochwart, Ueber Keraunoneurosen, Ztschft. f. klin. Med., 19. Bd., Hft. 5 u. 6.

[6]) Freund, Ueber eine Schreckneurose nach Blitzschlag. Deutsche medic. Wochenschrift 1891.

[7]) Kratter, A. o. O. S. 36, 1. Beobachtung. (Ein 40jähriger vom Blitze getroffener Mann wurde irrsinnig.)

[8]) v. Gräfe's Arch., 28. Bd.

[9]) Archiv f. Ohrenheilkunde, 13. Bd.

[10]) Laker, Ein Fall von Augenaffection durch Blitzschlag, Archiv f. Augenheilkunde 1884, S, 161.

[11]) Limbeck, Prager medic. Wochenschrift. XVI. Jahrg. 1891, Nr. 13.

sich zweier Batterien, die mit einer Ruhmkorff'schen Rolle geladen waren, und wirkten auf Fische, Kaninchen und Tauben. Die hauptsächlichsten Erscheinungen, welche sie beobachteten, waren, was schon Fontana gesehen hat: Muskelzusammenziehungen und Krämpfe, sowie Athembeschwerden.

Nach der Entdeckung der Volta'schen Säule und der Inductionserscheinungen wurde auch bald der elektrische Strom in Bezug auf seine Wirkungen geprüft, und es haben insbesondere zahlreiche Aerzte die mit den verschiedensten Elementen und ihren Combinationen erzeugten constanten und inducierten Ströme für therapeutische Zwecke in Verwendung gezogen. Die hiebei gemachten Beobachtungen, welche zur Ausbildung eines hochentwickelten therapeutischen Systems — der Elektrotherapie — geführt haben, im Einzelnen zu verfolgen, liegt umsomehr ausserhalb des Bereiches dieser Studie, als es ausschliesslich Schwachströme sind, die therapeutisch verwendet werden. Dasselbe gilt von den vielen und interessanten physiologischen Untersuchungen. Diese können sowie die ärztlichen Erfahrungen nur insoweit Berücksichtigung finden, als sie für die Erklärung der Wirkungsreihe tödtlicher elektrischer Ströme von Wesenheit sind.

Alles, was bis zum Jahre 1860 über die Wirkungen und die Verbreitungsart schwacher elektrischer Ströme und namentlich über die Verwendung der Elektricität für therapeutische Zwecke bekannt war, ist von Duchenne[1]) zusammengestellt worden. Man hat vorwiegend durch Beobachtungen am Menschen festgestellt, dass der Entladungsschlag einer Leydner Flasche die Muskeln energisch zur Zusammenziehung bringt und dass, wenn die Elektrode im Niveau eines Nervenstammes steht, eine Empfindung eintritt, welche gleich ist der durch starke Contusion des Nerven erzeugten, und welche von einer Erstarrung gefolgt ist, die sich fast bis in die letzten Verzweigungen verbreitet. Duchenne gibt weiter an, dass anfänglich die Capillarcirculation aufgehoben werde; die betreffende Hautstelle wird blass, ihre Temperatur nimmt ab, und darauf folgt dann der umgekehrte Zustand.

Die hervorragendste Förderung und wissenschaftliche Fundierung hat die Elektrophysiologie aber durch deutsche Forscherarbeit in der zweiten Hälfte des XIX. Jahrhunderts erfahren. Die grundlegenden Gesetze derselben sind durch Du Bois-Reymond[2]), den Begründer der eigentlichen wissenschaftlichen Forschung auf diesem Gebiete, dann durch Pflüger, den Entdecker des Zuckungsgesetzes, und durch Remak, der zuerst die Leitungswiderstände thierischer Gewebe gemessen hat, festgestellt worden. An dem weiteren Ausbaue der Elektrophysiologie haben

[1]) Duchenne, Électrisation localisée 2me. éd. 1861.

[2]) Du Bois-Reymond, Untersuchungen über die thierische Elektricität, 2 Bände.

ferner fast alle bedeutenden Physiologen und Neurologen mitgearbeitet, wie Hermann, Ed. Weber, Ranke, Munk, Brücke, Rollett, Gärtner, Kohlrausch, v. Ziemssen, Erb, Eulenburg, Fr. Jolly und viele Andere.[1])

Die Erfindung der Dynamomaschinen und die durch dieselben gegebene Möglichkeit der Erzeugung von continuierlichen Gleich- und Wechselströmen hoher und sehr hoher Spannung und die bald ausgedehnte Anwendung derselben für verschiedene industrielle Zwecke, namentlich für Beleuchtungsanlagen, brachte auch neue und unliebsame Erfahrungen; es kamen Verunglückungen mit tödtlichem Ausgange vor, die sich im Decennium von 1880 auf 1890 wenigstens in manchen Ländern, so vor allem in Nordamerika, sehr häuften. Diese Unglücksfälle gaben Veranlassung sowohl zu pathologischen, wie experimentellen Untersuchungen, welche, abgesehen von dem besonderen praktisch-forensischen Interesse auch zu einer wesentlichen Erweiterung der elektrophysiologischen Kenntnisse geführt haben. Deutsche Forscher haben an diesen Untersuchungen bisher noch fast gar keinen Antheil genommen. Alles auf diesem Gebiete bis nun Bekannte ist durch französische, englische und amerikanische Beobachtungen festgestellt worden.

Zuerst hat Grange[2]) über einen Doppelunfall mit tödtlichem Ausgang berichtet, welcher sich am 6. August 1882 in den Tuilerien ereignete. Ihm verdanken wir die ersten Leichenbefunde sowie einige Thierversuche, die jedoch nichts wesentliches zutage gefördert haben. Er hat dann später nochmals Versuche angestellt im Vereine mit Brouardel und Gariel[3]). Sie verwendeten Gleich- und Wechselströme von 300 V. Spannung und wurden damit Hunde theils getödtet, theils blieben sie am Leben. Sie glaubten bei ihren Versuchen insbesondere ein Merkmal gefunden zu haben zur Unterscheidung, ob ein Thier wirklich oder nur scheintodt sei, indem sie behaupteten, in letzterem Falle noch wenigstens 15 Secunden nach dem Aufhören des Stromes bei der Berührung des Thieres an den Spitzen der Haare, den Nägeln und der Schnauze eine sehr bestimmte Empfindung zu haben, wie bei der Berührung einer Inductionsrolle. Diese Erscheinung ist bisher von keiner anderen Seite bestätigt worden.

---

[1]) Dass Biraud in seiner Monographie, in welcher er ein ganzes Capitel der Elektrophysiologie gewidmet hat (S. 25—72) selbst über Du Bois und Pflüger mit Stillschweigen hinwegzugehen vermochte, erscheint bei seinem sichtlichen Streben nach Vollständigkeit in hohem Maasse befremdlich.

[2]) E. Grange, Des accidents produits par l'électricité dans son emploi industriel. Annales d'Hygiène publique et de Médecine légale, 3. Ser. XIII, T. 1885, S. 53.

[3]) Brouardel, Gariel et Grange, Sur un phénomène observé chez des animaux soumis a l'action de courants électriques intenses, Comptes rendu de la Société de biologie, Séance du 29. novembre 1884.

Sehr zahlreiche, systematische und fortgesetzte Untersuchungen haben D'Arsonval und Brown-Sequard[1]) angestellt. Die Resultate ihrer Forschungen sind in einem von Brown-Sequard in der Sitzung der Pariser Akademie der Wissenschaften vom 4. April 1887 vorgelesenen Berichte D'Arsonval's niedergelegt.

Die Versuche wurden mit Gleich- und Wechselstrom-Dynamos im Collège de France ausgeführt. Nachdem daselbst verschiedene Beleuchtungssysteme in Verwendung stehen, so konnten insbesondere auch vergleichende Studien über die von verschiedenen Elektricitätsquellen ausgehenden Gefahren angestellt werden.

D'Arsonval studierte zunächst die physiologischen Wirkungen:

a) einer Holtz'schen Maschine (mit 4 Scheiben);

b) einer Batterie von 420 V.;

c) von Gramme'schen Gleichstrom-Maschinen;

d) von Gramme'schen Wechselstrom-Maschinen;

e) von Primärrollen, verbunden (oder nicht verbunden) mit Condensatoren.

Mittels jeder dieser Elektricitätsquellen kann der Tod herbeigeführt werden, indem man bestimmte Bedingungen erfüllt. Der Tod ist aber je nach dem eingeschlagenen Verfahren von verschiedenen Phänomenen und Verletzungen begleitet.

Vom praktischen Standpunkte aus hat D'Arsonval die verschiedenen Wirkungen der Elektricität auf die Lebewesen in zwei Hauptkategorien eingetheilt. Die Elektricität verursacht nämlich den Tod entweder

1. durch directe Wirkung (action directe, auch als effet disruptiv bezeichnet), d. i. die zerstörende oder zerreissende Gewalt der Entladung, welche, mechanisch auf die Gewebe einwirkend, deren physiologische Eigenschaften aufhebt; oder

2. durch indirecte Wirkung (action reflexe), d. h. durch reflectorische Reizung der lebenswichtigen, nervösen Centren des verlängerten Markes, wobei Wirkungen auftreten ähnlich jenen, welche von Brown-Sequard genauer studiert und unter der Bezeichnung „inhibition" und „dynamogénie" beschrieben und zusammengefasst worden sind.

Nach der Auffassung D'Arsonval's habe diese einfache Unterscheidung auch eine praktische Bedeutung in dem Sinne, dass im ersten Falle der Tod definitiv eintritt, während dies bei der zweiten Art der Wirkung nicht der Fall zu sein braucht, vielmehr das Individuum durch künstliche Respiration wieder zum Leben zurückgebracht werden könne.

Die in den verschiedenen Elektricitätsquellen gelegenen Gefahren kennzeichnet D'Arsonval folgendermaassen:

---

[1]) La mort par l'électricité dans l'industrie. — Ses mecanismes physiologiques. Moyens préservateurs. — Note de M. A. d'Arsonval, présentée par M. Brown-Sequard. (Comptes rendus de l'Academ. des Sciences. Séance 4. avril 1887. 104. Bd. S. 978 ff.)

1. Die statische Entladung ist nur dann absolut tödtlich, wenn mittels genau localisierter Entladungen, deren Energie etwa 3 *kg* entspricht, direct der Bulbus (das verlängerte Mark) getroffen wird.

Unter diesen Bedingungen verlieren die verschiedenen Gewebe (Nerven, Muskeln etc.), durch die Entladung einzeln getroffen, in unheilbarer Weise ihre physiologischen Eigenschaften.

Hat die Entladung dagegen nicht die zur mechanischen Zerstörung des Bulbus erforderliche Energie, so übt sie doch einen Reiz auf denselben aus und erzeugt Phänomene von Athmungs- und Herzstörung, von Blutungen unter dem Brustfell, Lungenerweiterung, Störungen des Stoffwechsels u. s. w., also Veränderungen, welche Brown-Sequard u. a. bei directer Reizung der Bulbärregion durch verschiedene Reizmittel beobachtet haben.

Entgegen der allgemein verbreiteten Ansicht ist es gerade sehr schwer, ein Thier durch Elektricität zu tödten. Ihre Wirkung ist folglich eine Secundärerscheinung.

2. Mittels einer Batterie von 420 V. kann man den Tod nur durch häufige Unterbrechungen und lang fortgesetzte Einwirkung hervorrufen. Dieser Tod ist aber mehr einem durch den Strom hervorgebrachten Tetanus als der directen Wirkung desselben zuzuschreiben.

3. Die Gramme'sche Gleichstrom-Maschine ist nur durch den Extrastrom bei der Unterbrechung gefährlich. Die Maschine mit gemischter Wickelung wirkt weniger blitzartig als die Serien-Dynamo-Maschine. Der Extrastrom einer Serien-Dynamo, welche 20 A. und 45 V. liefert, würde ein Meerschweinchen niederschmettern, während derjenige einer Compound-Maschine, welche 25 A. und 110 V. liefert, keine schädliche Wirkung hervorbringt. Der Unterschied leuchtet ein, sobald man bedenkt, dass die zweite Bewickelung als Nebenschluss dient. Es gelingt diesen Extrastrom zu vermeiden, sobald der Strom mittels eines gewöhnlichen Quecksilber-Thongefäss-Stromschlüssels nach und nach unterbrochen wird.

4. Die Gramme'sche Wechselstrom-Maschine führt erst bei Spannungen über 120 V. den Tod herbei.

5. Eine Primärrolle ist gefährlicher als eine Inductionsrolle, hauptsächlich wenn sie mit einem Condensator verbunden ist.

D'Arsonval erklärt ferner, dass die Gefahr einer vereinzelten Entladung nur durch die elektrische Curve dieser Entladung genau definiert werden kann. Die Angabe über Potentialdifferenz und Stromstärke genügt nicht; man muss namentlich auch die Dauer der Entladung berücksichtigen. Zum Zwecke der Analyse der physiologischen Wirkungen der Elektricität hat D'Arsonval schon vor längerer Zeit einen Apparat erfunden, der automatisch diese Erregungscurve aufzeichnet, eine Curve, bei welcher man einzelne und nach Belieben alle Parameter ändern kann.

Dasselbe gilt auch für Wechselströme, bei denen allerdings noch die Zahl der Umdrehungen zu berücksichtigen ist. Bei den in der Industrie gewöhnlich zutreffenden Bedingungen tödtet der Strom in der Regel durch Reflexwirkung. Uebrigens können in der Mehrzahl der Fälle erschlagene Thiere durch künstliche Respiration zum Leben zurückgeführt werden.

Es tödten also die in der Industrie bis jetzt in Anwendung gekommenen Ströme in der Regel durch Störung der Athmung; bringt man dieselbe künstlich hervor, so wird dem Eintritt der Asphyxie vorgebeugt und die natürliche Respiration wieder eingeleitet.

Zur selben Zeit, als in Frankreich diese interessanten Versuche durchgeführt wurden, fiengen die amerikanischen Aerzte an zunächst die nicht tödtlichen elektrischen Unfälle, die ihnen neben den tödtlichen in reicher Zahl vorkamen, klinisch zu studieren. Die Erfahrungen hierüber sind in sehr zahlreichen Publicationen zerstreut, um deren Sammlung sich Biraud besonders verdient gemacht hat. Die wichtigsten dieser Beobachtungen rühren von Biggs, Collins, Donlin, Grindon, Houston, Hummel, Jackson, Keirle, Philipp Coombs Knapp, Putnam, Peterson, Eduardo Pla, Robert und Terry her[1]). Es ergibt sich daraus, dass die Störungen örtlich in grösseren oder geringeren Verbrennungen bestehen und im übrigen ausschliesslich das Nervensystem betreffen. Vorwiegend sind es meist rasch vorübergehende lähmungsartige Zustände peripherer Nerven, dann leichte Sensibilitätsstörungen; nur in einer geringeren Zahl von Fällen wurden den Blitzhysterien ähnliche Erscheinungen, also eine Art traumatischer Neurosen beobachtet. Aus England liegen nur zwei bezügliche Mittheilungen von Shield und Buchanan vor, aus anderen Ländern auffallenderweise noch keine. Ich bin in der Lage, mehrere eigene Beobachtungen nicht letal verlaufener elektrischer Verunglückungen mittheilen zu können; sie werden weiter unten besprochen werden.

Seltsamerweise haben aber die amerikanischen Aerzte den so überaus zahlreichen tödtlichen elektrischen Verunglückungen[2]) bis zum Jahre 1888, wo die Hinrichtung durch Elektricität eingeführt wurde, gar keine Beachtung geschenkt. Obductionsbefunde werden erst von dieser Zeit an mitgetheilt, so dass ein grosses Beobachtungsmaterial für die Wissenschaft gar nicht ausgewertet wurde. Dies trifft übrigens auch zum Theile für die anderen Länder zu. So ist mir ausser meiner eigenen vorläufigen Mittheilung[3]) bisher nur eine einzige Publication in deutscher Sprache von Frie-

---

[1]) Vergl. das Literaturverzeichnis am Schluss.

[2]) Die in den Vereinigten Staaten im Decennium 1880—1890 vorgekommenen elektrischen Verunglückungen werden von Sachverständigen auf mehr als 200 geschätzt. Elektrotechnische Zeitschrift 1890, S. 78.

[3]) Kratter, Ueber den Tod durch Elektricität. Vorläufige Mittheilung. Wien. klin. Wochenschrift 1894, Nr. 21.

dinger[1]) in Wiener-Neustadt bekannt geworden, obwohl auch in den Ländern deutscher Zunge in den letzten Jahren sich eine ganze Reihe elektrischer Tödtungen ereignet hat. Die Leichenerscheinungen werden an anderer Stelle ausführlich abgehandelt werden; es sei hier nur vorläufig bemerkt, dass als Ergebnis aller bis 1892 bekannt gewordenen pathologischen Thatsachen Biraud zu folgendem Resultate kommt:

Die Elektricität scheint in doppelter Weise den Tod herbeizuführen: 1. durch Hervorbringung mechanischer Verletzungen der Gefässe und des Nervensystems; 2. durch totale oder partielle Inhibierung der lebenswichtigen Functionen verschiedener Organe. (Hemmung der Athmung, des Herzschlages, des Stoffwechsels zwischen den Geweben und dem Blute etc.) Die erste Todesart wird insbesondere verursacht durch die Wirkung des Blitzes und der statischen Entladungen mächtiger Batterien; sie ist, kurz gesagt, eine Folge disruptiver Wirkungen. Sie tritt fast niemals bei den in der Industrie vorkommenden Unfällen ein, während dagegen die zweite hiebei die Regel ist.

Dies sind die wichtigsten bisher bekannten Thatsachen und Erkenntnisse über die Wirkungen elektrischer Entladungen und Ströme auf den Organismus.

2. *Eigene Thierversuche.*

Wie wertvolles experimentelles Material zur Zeit auch schon vorliegt, so glaube ich doch meine eigenen Thierversuche auch mittheilen zu sollen, umsomehr, als dieselben vollkommen selbständig und unabhängig angestellt worden sind. Als ich daran gieng die Wirkungen der Elektricität auf Thiere zu studieren, waren mir die Arbeiten der französischen und amerikanischen Autoren nur zum geringen Theile aus wenig eingehenden Referaten bekannt. Erst im weiteren Verlaufe meiner Studien konnte ich mich mit den zum Theile schwer zugänglichen Originalarbeiten selbst vertraut machen. Es geschah dies zu einer Zeit, als die Versuche zum grossen Theile schon ausgeführt waren. Durch diesen Umstand erscheint ihr Wert meines Ermessens gleichwohl nicht verringert. Wenn ich die Ergebnisse meiner Versuche prüfe an dem von anderen gelieferten Thatsachenmateriale, so komme ich zu der Anschauung, dass sie theils bestätigenden, theils ergänzenden Wert haben. Für die folgende Darstellung des Wesens des elektrischen Todes bilden sie einen integrierenden Bestandtheil der Beweisführung. Da sie überdies die ersten selbständigen Versuche dieser Art sind, welche auf deutschem Boden durchgeführt wurden, so dürfte ihre ausführliche Wiedergabe wohl gerechtfertigt erscheinen. Dazu kommt endlich, dass sie, zum Theile von anderen Voraussetzungen ausgehend, in Bezug auf die Versuchsanordnung doch Manches darbieten, was bisher überhaupt noch nicht näher geprüft worden ist.

[1]) Friedinger. Ein Fall von Tod durch Einwirkung des elektrischen Stromes. Wien. klin. Wochenschrift 1891, Nr. 48.

I. Versuchsreihe,

ausgeführt zu Weihnachten 1892 im anatomischen Institute in Innsbruck.[1])

Hauptsächlich zum Zwecke einer vorläufigen Orientierung wurden zunächst mit dem für Menschen sicher ungefährlichen, auf die niedrige Spannung von 100 Volt transformierten Wechselstrom des Innsbrucker Elektricitätswerkes verschiedene Versuche, im ganzen 20 ausgeführt. Als Versuchsthiere kamen hiebei nur weisse Mäuse in Verwendung, da nach schon vorliegenden Erfahrungen eine tödtliche Wirkung dieses schwachen Stromes auf grössere Thiere im vorhinein nicht zu erwarten stand. Ich werde daher über diese Versuche, die ich selbst nur als Vorversuche betrachte, auch nur ganz kurz und summarisch berichten.

Vers. 1—20. Lässt man durch den Körper einer weissen Maus den secundären Wechselstrom einer Starkstromleitung, deren Spannung von 1800 Volt auf 100 Volt herabgesetzt wurde, in der Weise hindurch gehen, dass der Contact nur eine Secunde dauert, so wird dieselbe niemals getödtet. Wohl aber treten ausnahmslos die Erscheinungen eines tonischen Krampfes der Gesammtmusculatur auf, das Thier wird gestreckt, es befindet sich in einem starrkrampfartigen Zustande. Sobald der Strom unterbrochen wird, hört der Krampf auf, das Thier ist anscheinend wieder ganz wohl. Die Wirkung ist immer dieselbe, gleichgiltig, an welchen Körperstellen die Elektroden angelegt werden, wenigstens konnte bei vielfacher Variation in dieser Richtung ein erkennbarer Unterschied in der Wirkung niemals wahrgenommen werden. An den Contactstellen kommt es stets zu oberflächlichen Verbrennungen.

Es gelingt auch nicht weisse Mäuse mit diesem Strome sicher zu tödten, wenn der Contact verlängert wird, so dass der Strom nicht nur einen Moment, sondern längere Zeit einwirkt. Doch sind die Folgen ungleich schwerere, wie im ersten Falle. Das Thier bleibt nach der Stromunterbrechung einige Zeit regungslos, wie todt liegen, es ist in der ersten Zeit anästhetisch, die Reflexe sind erloschen, und es zeigen sich namentlich bei Application der Elektroden an einer Extremität Lähmungen. Meist schon nach einigen Minuten sind jedoch auch diese schweren Erscheinungen fast völlig geschwunden. Lässt man den Strom bis zu 30 Secunden lang einwirken, so erfolgt in der Regel der Tod. Die Verbrennungen an den Applicationsstellen sind um so stärker, namentlich um so tiefer, je länger der Contact gedauert hat.

Sicher konnte eine weisse Maus mit diesem Strome getödtet werden, wenn man denselben von was immer für Körperstellen aus mit mehrmaligen Unterbrechungen wirken liess. Drei bis vier rasch aufeinanderfolgende Oeffnungen und Schliessungen genügten in der Regel schon, das Thier zu tödten.

Ueber die Ergebnisse weiterer Untersuchungen der auf diese Art getödteten Thiere wird an anderer Stelle berichtet werden.

---

[1]) Es ist mir eine angenehme Pflicht, meinem verehrten Collegen und Freunde Prof. W. Roux für die Bereitwilligkeit zu danken, mit der er die Vornahme dieser und der späteren Versuche in seinem damals noch allein mit elektrischem Lichte versehenen Institute gestattete. Bei diesen und den nachfolgenden Versuchen, die ohne fremde Beihilfe überhaupt nicht ausgeführt werden können, wurde ich in hervorragender Weise von meinem damaligen Assistenten und jetzigem Vertreter der ger. Medicin in Innsbruck Dr. C. Ipsen, sowie von den Herren Dr. Hammerl und Dr. Posselt unterstützt. Ich danke ihnen allen bestens für ihre erfolgreiche Mithilfe.

II. Versuchsreihe,

ausgeführt am 15. August 1893 im anatomischen Institute zu Innsbruck.[1])

Bei dieser Versuchsreihe kam der primäre Wechselstrom des Innsbrucker Elektricitätswerkes, mit der Spannung von 1500 Volt und einer Stärke von 7·5 Ampères in Verwendung. Die Messung geschah mit den Messapparaten der Centralstation.

Der Stromschluss wurde jeweils auf ein gegebenes Zeichen durch einen Monteur der Anstalt bewirkt. Der Experimentator fasste die in einer Kautschukhülse befindlichen blanken Kupferdrähte der Zweigleitung, die zum Experimentiertisch führte, mit den mit Kautschukhandschuhen bekleideten Händen und applicierte die Elektroden an beliebige, bei den verschiedenen Versuchen sehr oft variierte Körperstellen des gefesselten, fast immer auf den Rücken gelegten Versuchsthieres.

Die Elektroden waren, um natürliche Verhältnisse möglichst nachzuahmen, nicht besonders construiert, sondern bestanden lediglich in den blank gemachten Enden des Kupferdrahtes, der sich im Centrum des Kabels befindet, ein Draht von 5 *mm* Durchmesser. Das blanke Drahtende war zu einer Schlinge umgebogen. Die Contactstellen am Thierkörper wurden von Haaren sorgfältig gereinigt und mit physiologischer Kochsalzlösung befeuchtet, oder es wurden haarfreie Körperstellen, wie die Ballen der Pfoten, die Lippen- und Mundschleimhaut zum Contacte gewählt. Die Dauer der Schliessung, also der Einwirkung des Stromes betrug in allen Fällen, wo nicht das Gegentheil besonders bemerkt ist, nur einen Moment, beiläufig eine Secunde oder genau gesagt, jene Zeit, welche ein Mensch braucht, um die Schliessung und sofortige nachfolgende Oeffnung mit dem Schalthebel auszuführen. Bei späteren Versuchen wurde die Contactzeit variiert und mit einem Secunden-Chronometer gemessen.

Die Versuche sind hier genau in der Reihenfolge, wie sie ausgeführt wurden, und mit der Nummer des Versuchsprotokolles wiedergegeben.

Vers. 21. Meerschweinchen, 480 *gr* schwer. Application an der Schnauze und rechten Hinterpfote. Der Elektrodenabstand (E. A.) beträgt 28 *cm*. Im Momente des Stromschlusses allgemeiner Tetanus, der beim Oeffnen des Stromes in eine Erschlaffung der Gesammtmusculatur übergeht. Das Thier scheint im ersten Augenblicke todt zu sein. Doch schon gegen Ende der ersten Minute nach dem Schlage beginnen wieder Muskelbewegungen, die Athmung, welche kurze Zeit ganz sistiert hatte, stellt sich wieder ein, und nach Ablauf von einer Minute ist das Thier schon wieder ziemlich erholt, doch ist noch die rechte Hinterpfote vollkommen

[1]) Bei diesen Versuchen, welche wegen befürchteter Störungen im Motorenbetriebe nur an solchen Feiertagen vorgenommen werden konnten, wo in den Werkstätten und Fabriken, welche elektrische Kraft bezogen, nicht gearbeitet wurde, hat mich der technische Leiter des Werkes, Herr Ingenieur Hirt, in freundlichster Weise unterstützt. Nur durch seine selbstlose Beihilfe konnte ich meine Versuche ausführen. Ich sage ihm hiefür besten Dank. Ebenso danke ich Herrn Director Heinrich für die bereitwillige Gestattung der Versuche.

gelähmt und unempfindlich, indem von hier aus keine Reflexe ausgelöst werden. Nach 3 Minuten war die Erholung eine vollständige, auch die gelähmte Extremität hat ihre Beweglichkeit und Empfindlichkeit wieder erreicht. das abgefesselte Thier läuft wie gewöhnlich herum. An der Schnauze ist ein oberflächlicher Brandschorf vorhanden. Die Haare in der Umgebung dieser Applicationsstelle sind versengt.

Vers. 22. Kaninchen 1850 *gr* schwer. Application an entblössten Hautstellen in der Mitte des Schädels und an der rechten Hinterpfote. E. A. 21 *cm*, Augenblickliche Sistierung der Athmung, Krampf der gesammten Musculatur. Nachdem die Athmung durch 17 Secunden vollkommen sistiert hatte, setzen unregelmässige, dispnoische Athembewegungen ein; insbesondere ist sehr energisches und frequentes abdominales Athmen vorhanden, das in der zweiten Minute eine Frequenz von 4 × 35 erreicht. Das Thier macht später Manegebewegungen. Die linke Vorderpfote ist theilweise gelähmt, das entfesselte Thier springt mit Einziehen dieser Extemität. Der Kopf wird nach rechts gedreht. An beiden Applicationsstellen Brandeffecte. Später hat sich auch dieses Thier wieder vollkommen erholt.

Vers. 23. Kaninchen 2100 *gr*. E. A. 22 *cm*. Application der Elektroden wie bei Vers. 22. Wirkung: Der ganze Körper wird gestreckt, Opisthotonus, Aussetzen der Respiration durch mehrere Secunden; dann beginnt eine unregelmässige costale Athmung mit Pausen, hierauf abdominale Athmung. Klonische Krämpfe der linken vorderen Extremität; etwas Schiefstellung des Kopfes wie bei 22. Vollständige Unempfindlichkeit der rechten hinteren Extremität.

Vers. 24. Kaninchen 2500 *gr*, 21 *cm* E. A. Applicationsstellen Stirne und linke Hinterpfote. — Die Athmung sistiert augenblicklich durch 40 Secunden, dann eine Respiration, die nächsten Inspirationen erfolgen in der 55., 62., 70. Secunde, die weiteren in Zwischenräumen von 10, 8, 7, endlich in solchen von 3 und 2 Secunden, dann erst, d. i. in der 3. Minute wird die Athmung ziemlich regelmässig, aber oberflächlich. Alle Reflexe sind erloschen. Das Thier liegt in einem halbgelähmten Zustande wie betäubt an der Stelle, wo es hingelegt wurde. Die örtlichen Veränderungen an den Contactstellen sind wie bei 23.

Vers. 25. Weisse Maus. Die eine Elektrode wird in der Mitte des Kopfes angelegt, die zweite in der Weise, dass der Schweif in eine Metallzwinge eingeklemmt wird. Wirkung: Augenblicklicher Tod in gestreckter Stellung des Thieres bei opisthotonischer Kopfhaltung.[1]) Wird uneröffnet sofort in Alkohol gelegt.

Vers. 26. Weisse Maus. Application wie bei 25. Augenblicklicher Tod unter den gleichen Erscheinungen. Da nach den bisherigen Erfahrungen vermuthet werden durfte, dass die Herzthätigkeit nicht gleichzeitig mit der Athmung sistiert werde, wurde bei diesem Thiere die sofortige Eröffnung des Thorax vorgenommen und dabei in der That das Fortschlagen des Herzens durch 3 Minuten nach der Sistierung der Athmung direct beobachtet, zuerst noch in Form kräftiger und fast regelmässiger Contractionen, die allmählich in unregelmässige Zuckungen übergiengen. Die Bewegungen der Ventrikel sistierten im contrahierten Zustande, an den Vorhöfen konnten noch weitere fibrilläre Zuckungen wahrgenommen werden.

Vers. 27. Weisse Maus. Der vorige Versuch wird ganz genau wiederholt. Augenblicklicher Respirations- und Herzstillstand. Das Herz ist contrahiert. Am Herzmuskel sind nach der sofortigen Thoraxöffnung kaum wahrnehmbare, schwächste fibrilläre Zuckungen zu bemerken.

Vers. 28. Weisse Maus. Anordnung wie oben: sofortiger Tod; Herz systolisch stillstehend; bei Berührung desselben treten schwache fibrilläre Zuckungen auf, es kann

---

[1]) Ueber die Obductionsergebnisse der getödteten Thiere wird an späterer Stelle berichtet werden.

jedoch keine Contraction mehr ausgelöst werden. An den Vorhöfen sind dagegen noch unregelmässige Zusammenziehungen und Bewegungen bemerkbar.

Vers. 29. Meerschweinchen 370 *gr*, 25 *cm* E. A. Die rechte hintere Extremität wird nach Blosslegung und Befeuchtung der Haut in eine metallene Klemme gegeben; die andere Elektrode wird auf der Scheitelhöhe angelegt. Wirkung: Allgemeine Ueberstreckung mit nachfolgender Lähmung und Sistierung der Athmung. Das sofort befreite Thier liegt anscheinend todt da. Nach 35 Secunden beginnt spontan die Athmung wieder. In wenigen Minuten ist das Thier vollkommen erholt.

Vers. 30. Meerschweinchen. Gew: 367 *gr*. Application der Elektroden an der Schnauze und am Abdomen. Der Abstand der Elektroden (E. A.) beträgt 15 *cm*. — Augenblicklicher Respirationsstillstand und Lähmung der ganzen Musculatur. Das Thier erscheint todt. — Spontaner Beginn der Athmung nach einer Athempause von 1 Minute. Das Thier erholt sich rasch vollkommen. Nach 9 Minuten wird demselben Thier nochmals ein Schlag appliciert. Die eine Elektrode wird jetzt höher, genau in der Gegend des Herzstosses angelegt und behufs Controlierung der Herzbewegung eine Nadel ins Herz eingestossen. Elektrodenabstand 12 *cm*. Wirkung: Vollkommener Respirations- und Herzstillstand. Nach 22 Secunden setzt die Respiration, erst unregelmässig und schwach, dann immer tiefer und regelmässiger werdend, wieder ein. Die Herzbewegungen werden erst in der 3. Minute in den Respirationspausen durch Bewegen der eingestochenen Nadel wieder wahrnehmbar. Das Thier liegt dann auf der rechten Körperseite, die Beine abgestreckt, ziemlich regungslos da. 5 Minuten nach der 2. Application treten schon wieder Reflexe auf, nach der 7. Minute versucht das Thier bereits sich zu erheben und erholt sich nach längerer Zeit auch wieder vollkommen.

Vers. 31. Kaninchen 2170 *gr*. Beide Elektroden werden am Kopfe hinter den Augen angelegt. E. A. 3 *cm*. Schlag. Sehr starke Zuckungen namentlich der hinteren Extremitäten. Die Respiration ist nur kurze Zeit sistiert. Das Thier liegt längere Zeit wie gelähmt da, vermag sich nicht aufrecht zu erhalten. Nach 6 Stunden war es vollkommen erholt.

Vers. 32. Kaninchen. Das Thier erhält innerhalb einer Minute zwei Schläge quer durch den Kopf. Die Elektroden sind so angelegt, wie bei 31. Wirkung: Sehr starke tonische und klonische Krämpfe der gesammten Musculatur. Die Respiration beginnt nach einer halben Minute wieder. Das Thier ist vollkommen betäubt, liegt schwer gelähmt, wie in Agone da. Die Athmung ist unregelmässig, oberflächlich, hastig. Nach 5 Minuten wird der Kopf gehoben. Die Extremitäten bleiben gelähmt. Dann wird die Athmung wieder schwach und unregelmässig, die Lähmung immer completer. Nach 6 Stunden verendet das Thier, nachdem viele Stunden hindurch eine immer schwächer und langsamer werdende Respiration das einzige Lebenszeichen war; es wird unmittelbar nach dem Eintritt des Todes obduciert. (Das Ergebnis siehe unten.)

Vers. 33. Hund 4148 *gr* schwer. Von den Elektroden wird eine in die Mundhöhle eingelegt, die andere in der Herzgegend appliciert. Augenblicklicher Tod. Das Thier ist wie vom Blitze getroffen. Weder ein Reflex noch Respiration oder Herzbewegung auslösbar; es reagiert auf keinen Reiz. (Ueber das Obductionsergebnis wird später berichtet.)

Diese Versuche haben zunächst die schon von D'Arsonval und Brown-Sequard hervorgehobene Thatsache bestätigt, dass es gar nicht so leicht ist, Thiere mittelst Elektricität zu tödten. Ein hochgespannter primärer Wechselstrom (1500 Volt) ist bei nur einmaliger, sehr kurzer Einwirkung nicht imstande, Kaninchen und Meerschweinchen sicher zu tödten, ein Strom, der nach allen Erfahrungen für

Menschen lebensgefährlich ist. Es hat sich auch ergeben, dass die Masse des Thieres für den Erfolg der elektrischen Einwirkung nicht maassgebend, sondern belanglos ist. Ein Hund mit einem Körpergewicht von 4148 *gr* wird durch dieselbe Einwirkung blitzartig getödtet, welche Kaninchen und Meerschweinchen, also Thiere, deren Körpergewicht nur der zehnte bis zwanzigste Theil davon ist, ertragen, oder der sie nur bei wiederholter Application mitunter erst nach Stunden erliegen (Vers. 32).

Von wie geringer Bedeutung das Gewicht eines Versuchsthieres für den Erfolg einer elektrischen Einwirkung ist, geht auch aus den Versuchen von J. P. Brown, A. P. Kennelly und D. Peterson hervor, welche dieselben im Jahre 1888 im Edison-Laboratorium und Columbia-College zu dem Zwecke angestellt haben, um eine experimentelle Grundlage für die Einführung der elektrischen Justification in Amerika zu schaffen. Dieselben haben an 24 Hunden, 2 Kälbern und einem Pferde experimentiert. Das Pferd, welches ein Gewicht von 1230 Pfund hatte, wurde durch einen Wechselstrom von 700 Volt Spannung bei 25 Secunden dauernder Einwirkung getödtet, die Kälber im Gewichte von $124^1/_2$ und 145 Pfunden mit Strömen von 770 und 750 Volt und einer Contactdauer von 8, beziehungsweise 5 Secunden.[1])

Aber auch die Spannung ist nicht das allein ausschlaggebende Moment. Bei der ersten Versuchsreihe habe ich nur mit niedrig gespanntem Strom (100 Volt) gearbeitet und damit bei länger dauernder Einwirkung (10—30 Secunden) kleine Thiere zu tödten vermocht. Es stand im vorhinein zu vermuthen, dass bei der zweiten Versuchsreihe, wo ein Wechselstrom von 150 Volt mittlerer Spannung verwendet wurde, der Erfolg stets ein tödtlicher sein würde. Dieser begründeten Erwartung gegenüber ist das thatsächliche Resultat der Versuche ein wahrhaft verblüffendes gewesen. Die grössere Zahl der Thiere, nämlich 7 von 13, blieb am Leben. Die Versuche haben somit ergeben, dass unter sonst gleichen Bedingungen die Gefährlichkeit des Stromes nicht mit der Potentialdifferenz (Spannung) im gleichen Verhältnisse zunimmt. So unzweifelhaft auch die Bedeutung der Spannung für die Hervorbringung einer tödtlichen Wirkung ist, so kommt sie bei der Abschätzung der Gefährlichkeit eines Stromes durchaus nicht allein in Betracht. Es müssen noch andere Factoren für den Enderfolg von Wesenheit sein.

In erster Linie wird die Zeitdauer der Einwirkung in Betracht zu ziehen sein; das ist das Nächstliegende. Darüber ist nun principiell schon durch die Ergebnisse meiner ersten Versuche in dem Sinne entschieden, dass die Contactzeit in der That von grosser Wichtigkeit für den Enderfolg sei. Die ganze erste Versuchsreihe, die

[1]) The Medico-Legal-Journal, December 1888, S. 276. Vergl. die Literatur am Schlusse.

ich angestellt habe, diente fast ausschliesslich der experimentellen Feststellung dieses aus theoretischen Ueberlegungen unwillkürlich sich aufdrängenden Abhängigkeitsverhältnisses zwischen der Zeit der Einwirkung und der Grösse des Erfolges. Darum wurde bei der ersten Versuchsreihe nichts variiert als die Contactzeiten; Stromstärke, Spannung und Versuchsthiere blieben bei allen Versuchen gleich.

Bei der zweiten Versuchsreihe wurde in den Einzelversuchen ebenfalls nur ein Factor geändert, nämlich das Versuchsthier; alles übrige blieb gleich. Es ist daher aus dieser Versuchsanordnung auch ein Schluss gestattet auf das Verhalten verschiedener Thiergattungen gegen elektrische Einwirkungen. Kaninchen und Meerschweinchen haben bei unseren Versuchen eine ganz auffallende Resistenz gegenüber dem elektrischen Strome gezeigt. Ob die Elektroden weit abstanden oder nahe aneinander gelegt wurden, ja selbst wenn der elektrische Strom quer durch den Schädel geleitet wurde, immer war der Effect der gleiche. Die Thiere erlagen einer einmaligen, nur eine Secunde währenden Einwirkung eines Wechselstromes von 1500 Volt Spannung nicht, während ein mittelgrosser Hund augenblicklich getödtet wurde.

Alle beobachteten Erscheinungen bei den Versuchen weisen darauf hin, dass die Wirkung starker elektrischer Ströme auf den Organismus zunächst in einer mächtigen Erregung des Nervensystems gelegen sei. Der periphere Reiz wird von allen Körperstellen aus zum Centrum geleitet und dieses höchstgradig erregt, ja unzweifelhaft übererregt. Von der individuellen Beschaffenheit des Nervensystems wird also der Endeffect ebenfalls abhängig sein. Nun ist es wissenschaftlich längst festgestellt, dass das Nervensystem verschiedener Thierspecies auf gleiche Reize sehr verschieden reagiert, und dass das sensible Nervensystem der beiden exquisiten Laboratoriumsthiere, des Meerschweinchens und des Kaninchens, besonders stumpf ist. Es erscheint mir daher auf Grund dieser Ueberlegung das Ergebnis der vorangeführten Versuche ganz wohl verständlich.

Dies experimentell festgestellt zu haben, ist aber insofern von Wichtigkeit, als uns dadurch die Verschiedenheit der Resultate, zu denen verschiedene Autoren gelangt sind, ganz leicht erklärlich wird. Die Amerikaner haben, von den drei Versuchen an einem Pferde und zwei Kälbern abgesehen, nur an (24) Hunden experimentiert, die Franzosen dagegen fast ausschliesslich an Kaninchen. Ich glaube schon jetzt dargethan zu haben, dass die an verschiedenen Thiergattungen beobachteten Wirkungen der Elektricität nicht schlechtweg untereinander vergleichbar sind und dass daher auch die bei Thierversuchen gewonnenen Resultate nicht einfach auf den Menschen übertragen und angewendet werden können. Es gilt dies zunächst insbesondere für die Frage, welche Stromstärke einen Menschen zu tödten imstande sei. Leider lehren sehr zahlreiche unbeabsichtigte Experimente am Menschen, dass Ströme, wie die hier verwendeten und solche von noch

viel geringerer Spannung wohl imstande sind, den Menschen zu tödten. An dieser Thatsache wird nichts geändert, wenn bei Anwendung desselben Stromes auch noch soviele Kaninchen und Meerschweinchen am Leben bleiben. Wohl aber wird aus dieser Erfahrung der Schluss zu ziehen sein, dass ein richtiger Einblick in das Wesen des durch Elektricität herbeigeführten Todes nur gewonnen werden kann durch Untersuchungen, welche das Thierexperiment und die Veränderungen am menschlichen Organismus in gleicher Weise berücksichtigen.

Als besonders wichtiges Ergebnis der bisherigen Versuche darf ich endlich die Thatsache hinstellen, dass die unmittelbaren Wirkungen des Starkstromes bei allen Thieren ausnahmslos die gleichen waren, gleichgiltig, ob das Thier der Einwirkung erlag oder sich wieder erholte. Unter allen Umständen kommt es zu tetanischer Contraction aller Muskeln und zur momentanen Sistierung der Athmung. Dabei ist das Fortschlagen des Herzens während des Respirationsstillstandes wiederholt direct beobachtet worden. Ich werde darauf an anderer Stelle noch ausführlich zurückkommen.

Gleichwohl konnten die bisherigen Versuchsergebnisse nicht befriedigen, sondern sie machten es vielmehr dringend nothwendig, noch weitere Versuche, und zwar in ganz bestimmten Richtungen anzustellen. Erstens musste festgestellt werden, ob nicht doch durch Ströme von so hoher Spannung auch widerstandsfähige Thiere sicher getödtet werden könnten und unter welchen Bedingungen, und dann mussten die elementaren Wirkungen auf Respiration und Herzbewegung und deren Beziehungen zu einander noch eingehender geprüft werden. Zu diesem Zwecke wurde eine dritte Versuchsreihe ausgeführt, Versuche, die äusserer Umstände wegen erst am 4. November 1893 unternommen werden konnten.

III. Versuchsreihe,

ausgeführt am 4. November 1893 theils im anatomischen, theils im physiologischen Institute zu Innsbruck.

Bei den folgenden Versuchen kam nicht mehr, wie in der vorhergehenden Versuchsreihe, der primäre Starkstrom, sondern ein secundärer Starkstrom zur Verwendung, indem der Strom der Hausleitung von 100 Volt mittelst Transformators auf eine Spannung von 1926 Volt umgesetzt wurde. Im übrigen war die Versuchsanordnung wie oben.

Vers. 34. Kaninchen 2560 *gr*. Eine Elektrode an der rechten Vorder-, eine an der linken Hinterpfote. Contactdauer 15 Secunden. Erscheinungen: Maximale Streckung des Thieres während der ganzen Versuchsdauer, vollständige Inhibition der Respiration, Herzstillstand, Tod.

Vers. 35. Kaninchen 2670 *gr*. Application der Elektroden an der Schnauze und am Bauch. Contactdauer 10 Secunden, sofortiger Tod.

Vers. 36. Meerschweinchen 380 *gr.* Elektroden werden am Bauch und am Thorax angelegt. Contactdauer 5 Secunden. Das schwer darniederliegende Thier erholt sich, nachdem es sofort nach dem Versuche entfesselt und anscheinend todt an die Luft gebracht worden war, in einiger Zeit spontan wieder vollkommen.

Vers. 37. Meerschweinchen 368 *gr.* Elektroden an Brust und Bauch. Das Thier erhält drei Schläge hintereinander, indem innerhalb von 5 Secunden der Stromkreis zweimal durch Oeffnen und sofortiges Wiederschliessen unterbrochen wird. Tod.

Vers 38. Hund. 5 Wochen alt, 1950 *gr* schwer. Die Elektroden werden am Kopfe (Mund und Scheitel) appliciert. Contactdauer 3 Secunden. Augenblicklicher Respirationsstillstand durch 40 Secunden. Dann beginnt spontan eine anfänglich höchst insufficiente Athmung, die im Verlaufe von einigen Minuten wieder ziemlich normal geworden ist. Nach 5 Minuten bereits sehr prompte Lidreflexe. Ursprünglich Aussetzen des Pulses, dann Arrhythmie, hierauf Ansteigen der Frequenz auf 146. Nach 10 Minuten ist das Thier fast vollkommen erholt.

Hierauf wird an demselben Thiere eine 2. Application gemacht. Stromschluss 1 Secunde. Starke Blutung an der Applicationsstelle am Schädel. Respirationsstillstand dauert 27 Secunden. Schlagfolge des Herzens ungemein frequent. Das Fortschlagen desselben auch während des Athmungsstillstandes wird mit einem angelegten Hörrohr deutlich wahrgenommen. Nach 5 Minuten hat sich das Thier abermals fast vollkommen erholt.

3. Application. Elektroden werden am Bauch und am Munde angelegt. Stromschluss 4 Secunden. Sofortige Sistierung der Athmung, allgemeiner Tetanus; die Herzbewegungen ungemein frequent, unzählbar, sehr schwach, endlich sind nurmehr Vibrationen wahrnehmbar, nach $2^1/_2$ Minuten hören auch die Herzbewegungen auf; es ist definitiver Tod eingetreten.

Vers. 39. Hund vom gleichen Wurf wie der frühere, 1870 *gr* schwer. Versuchsanordnung genau wie im vorigen Falle. Contactdauer 1 Secunde. Elektrodendistanz 21·8 *cm.* Allgemeiner Tetanus. Respirationsstillstand durch 1 Minute 15 Secunden. Dann erfolgt spontan ein Aufreissen des Mundes, das Thier macht einen Schnapper; im weiteren setzt eine oberflächliche, unregelmässige Athmung ein. Das Herz hat fortgeschlagen. Anfangs waren nur unregelmässige Schwingungen zu bemerken, später Arrhythmie und herabgesetzte Frequenz. Nach 7 Minuten war das Thier anscheinend vollkommen erholt.

2. Application. Stromschluss 2 Secunden. Unmittelbare Erscheinungen wie oben. Herzbewegungen sind nur in Form schwacher Undulationen fühlbar. Tod 2 Minuten nach dem Versuche.

Vers. 40. Katze 2100 *gr.* Elektrodenapplication an der linken Vorder- und rechten Hinterpfote. Distanz, 57 *cm.* Stromschluss 1 Secunde. Allgemeiner Tetanus, der nach dem Oeffnen des Stromes in eine lähmungsartige Erschlaffung der Gesammtmusculatur übergeht. Durch 1 Minute und 5 Secunden kann weder Respiration noch Herzbewegung wahrgenommen werden; dann setzen schnappende Athmungsbewegungen ein; die Athmung ist anfänglich sehr mühsam und insufficient In der dritten Minute sind wieder Herzbewegungen wahrnehmbar. Arrhythmie. Maximale Pupillenerweiterung, Reflexe an den Lidern nach 4 Minuten 20 Secunden wieder deutlich vorhanden. In 7 Minuten ist das Thier erholt.

2. Application. Stromschluss 2 Secunden. Das Thier bäumt sich auf, stösst einen durchdringenden Schrei aus, was auch bei der ersten Application der Fall war; nach 1 Minute Aufhören aller Athmung und Herzthätigkeit. Lähmung, das Thier ist anscheinend todt. Respirationspause 1 Minute 10 Secunden. Dann beginnt wieder spontan

erst mühsames und unregelmässiges, allmählich frequenter und regelmässiger werdendes Athmen. Die Herzbewegungen sind nur in Form von Undulationen fühlbar. Nach 15 Minuten

3. Application. Stromschluss 3 Secunden. Sofortiger Tod im hochgradigen Tetanus. Athemstillstand in Exspirationsstellung des Thorax.

Durch die vorangehenden Versuche war nun sichergestellt:

1. Dass die Contactzeit für den Erfolg der elektrischen Einwirkung von Wesenheit ist: Je länger der Contact, umso schwerer der Erfolg. Ströme, welche von Thieren bei sehr kurzer Einwirkung (1 Secunde) ertragen werden, tödten dasselbe Thier, wenn es länger (3, 5, 10 Secunden) in den Stromkreis eingeschaltet ist.

2. Dass die wiederholte, wenn auch nur ganz kurz dauernde Einwirkung eines Stromes, der einmal von einem Thiere noch ohne besonderen Schaden ertragen wird, dasselbe gleichfalls unfehlbar tödtet.

3. Dass die Erscheinungen bei allen Thieren und Thiergattungen in vollkommen typischer Weise ablaufen. Sie bestehen ausnahmslos zunächst in einem höchstgradigen tonischen Krampf der gesammten Musculatur (also in Tetanus mit augenblicklicher Sistierung der Athmung). Während des Respirationsstillstandes schlägt das Herz in der Regel fort; die Herzbewegungen überdauern den Athmungsstillstand fast immer.

Es ist dieses Verhalten von ganz besonderer Wichtigkeit, und werden wir noch eingehender darauf zurückzukommen haben. Vorerst wollte ich noch den Versuch machen, dieses durch die directe Beobachtung unzweifelhaft festgestellte Verhalten der Respiration und Circulation bei der Einwirkung hochgespannter elektrischer Ströme auch graphisch darzustellen, obschon ich mir der Schwierigkeiten eines solchen Unternehmens wohl bewusst war. Es stand zu erwarten, dass der elektrische Tetanus des Versuchsthieres und die dadurch bedingten enormen Streckbewegungen das Anschreiben der Puls- und Respirationscurven auf der Trommel des Kymographions unmöglich machen würden. Gleichwohl konnte ich den Versuch wagen, da es mir an ausgezeichneter, sachkundiger Beihilfe nicht fehlte. Vor allem hatte mir Herr College v. Vintschgau die Mittel des physiologischen Institutes für diesen Zweck vollkommen zur Verfügung gestellt und hat mich derselbe dadurch zu ganz besonderem Danke verpflichtet. Dann unterstützten mich bei der Ausführung in freundlichster Weise die Herren Dr. Steiner, Assistent am physiologischen Institute, und Dr. Posselt, ehemaliger Assistent der Physiologie. Herr Ingenieur Rosenberg hatte die Güte, mit zwei von dem Elektricitätswerke bereitwilligst beigestellten Monteuren die nothwendigen Schaltungen vorzunehmen, den Transformator und die Messapparate aufzustellen und bei den Versuchen selbst das Schliessen und Oeffnen nach den Angaben des Experimentators vorzunehmen. Dieser hatte, wie bei den früheren Versuchen, die Elektroden

anzulegen. Die folgende Skizze veranschaulicht in schematischer Weise die etwas complicierte Versuchsanordnung.

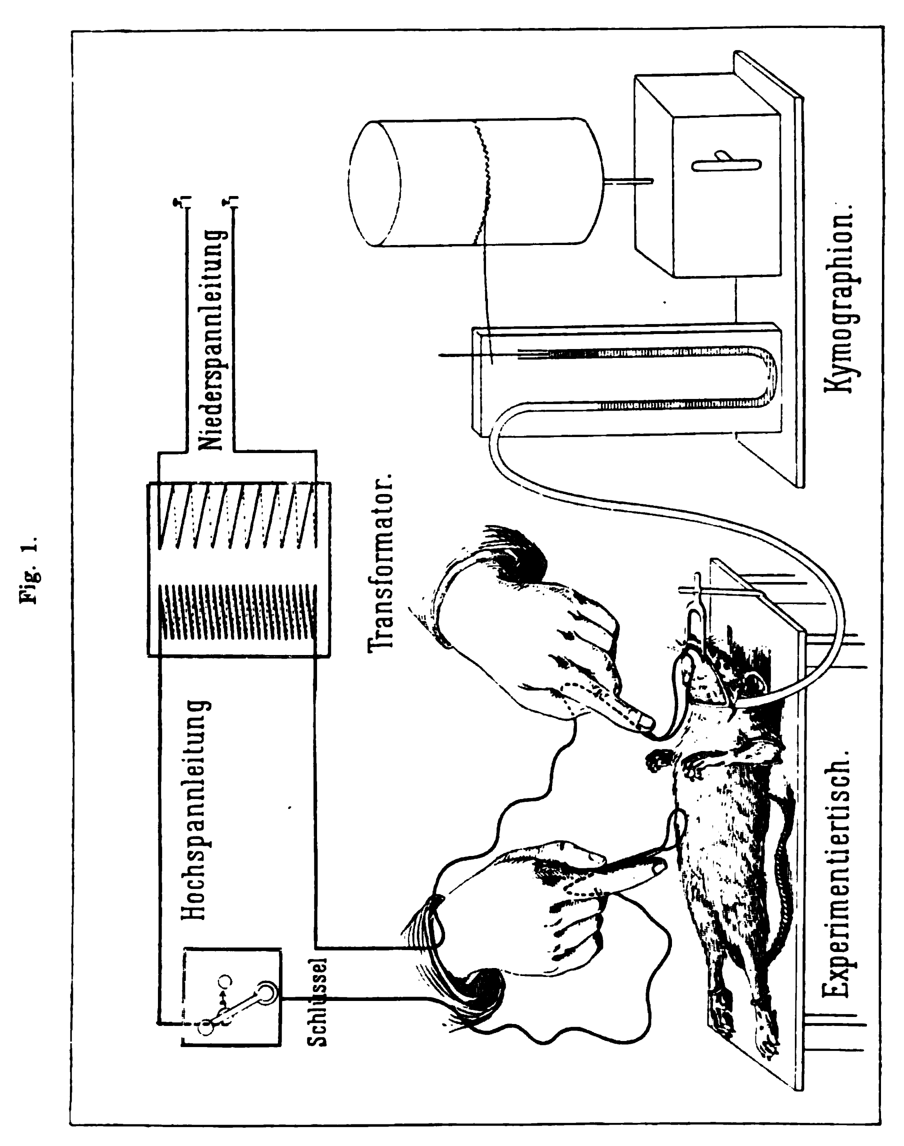


Fig. 1.

Vers. 41. Kaninchen 2430 *gr*. In die rechte Carotis war in der für physiologische Versuche üblichen Weise eine Canüle eingebunden und diese mit dem Kynographion in Verbindung gebracht worden. Zur Anwendung kam hier, sowie bei dem nächsten Versuche der mittelst Transformator auf 1800 Volt Spannung gebrachte secundäre Wechselstrom der Beleuchtungsanlage des physiologischen Institutes.

1. Application. Contactdauer 1 Secunde, Contactstellen Schnauze und Bauchdecken. Erscheinungen wie immer. Respirationsstillstand durch 23 Secunden. Dann spontaner Wiedereintritt der Athmung. Erholung des Thieres in 5 Minuten. Infolge von Blutgerinnung in der Canüle gelang es nicht Curven zu schreiben.

2. Application. Stromschluss 2 Secunden, sofortiger Tod.

Vers. 42. Grosses Kaninchen 3250 *gr*. Versuchsanordnung und Stromstärke wie zuvor.

Vorversuch. Stromschluss 1 Augenblick. Applicationsstellen Bauch, rechtes Hinterbein. Elektrodenabstand 25 *cm*. Bei diesem Versuche gelang es Pulscurven zu schreiben und gleichzeitig den Wiedereintritt der Respiration zu verzeichnen. Der Ablauf der Erscheinungen war ein vollständig typischer. Die Curve gibt ein sehr hübsches Bild des Verhaltens der Respiration und der Circulation. Die Athmung sistiert durch 10 Secunden vollkommen, während die Herzbewegung fortbesteht. Der Moment des Contactes ist durch eine enorme, einige Secunden anhaltende Blutdrucksteigerung und durch Veränderungen in der Pulsbeschaffenheit und Herzbewegung auffällig markiert. Vollkommene Erholung.

1. Reizung 1 Secunde. Erfolg wie oben. Athemstillstand durch 11 Secunden; dann tritt eine einzelne mühsame Respiration auf; es folgt eine weitere Athmungspause von 17 Secunden, hierauf frequentes, allmählich wieder langsamer werdendes Athmen; während der ganzen Zeit hält die Herzbewegung an; die Pulscurve ist gegen Ende der 1. Minute wieder normal, die Schlagfolge des Herzens regelmässig.

2. Reizung. Stromschluss 2 Secunden. Der Erfolg ist an der betreffenden Curve ersichtlich.

3. Reizung. Die Elektroden werden am Bauch und an der Schnauze angelegt. Contact 3 Secunden. Completer Respirationsstillstand. Die Herzbewegungen überdauern das Aufhören der Athmung noch anderthalb Minuten. (Siehe die Curventafel.)

Analyse der Curven. Dieselben versinnbildlichen vor allem in recht anschaulicher Weise das Verhalten der Athmung und der Herzbewegung nach der Einwirkung des Stromes. Es sind die 3 letzten Reizungen des Versuches Nr. 42 aufgenommen. Auf allen drei Curven ist zu sehen, dass zunächst die Athmung momentan sistiert, sobald der Strom einwirkt. Der Blutdruck schnellt in die Höhe, bleibt ein paar Secunden sehr hoch und sinkt dann terrassenförmig ab, jedoch nicht bis zum ursprünglichen Stand, sondern er hält sich 10—12 Secunden über der Höhe, die er vor dem Versuche hatte. Er war mit 44 *mm* in der Carotis bestimmt worden. Im weiteren folgt eine Periode auffälliger Schwankungen des Blutdruckes. Der Blutdruck steigt und sinkt fortwährend sehr rasch, so dass fast jede Pulsation eine geänderte Druckhöhe zeigt. Dann werden die Pulsationen regelmässiger, der Blutdruck sinkt in einer schiefen Ebene langsam weiter ab, um etwa von der 40. Secunde wieder anzusteigen. Nach Ablauf von etwas mehr als einer Minute ist die ursprüngliche Druckhöhe fast vollkommen erreicht.

Auch die Schlagfolge des Herzens ist sichtlich beeinträchtigt. Unmittelbar nach der Einwirkung sind fast gar keine Pulsationen vorhanden; sie folgen unregelmässig und in weit grösseren Zeitintervallen als vor der Application des Stromes aufeinander. Es sank die Zahl der Herzcontractionen, welche in den dem Versuche unmittelbar vorangehenden 3 Secunden 10 betragen hatte, in den der Application folgenden 3 Secunden auf 6 herab.

Der Respirationsstillstand hat verschieden lang angedauert: Nach der ersten Reizung, wenn von einer insufficienten Athmung in der 12. Secunde abgesehen wird, fast 27 Secunden, nach der zweiten Reizung über 8 Secunden; nach der dritten Einwirkung, die 3 Secunden dauerte, trat vollkommener Respirationsstillstand ein, das Thier war todt. Während schon completer Stillstand der Athmung bestand, dauerten aber die Herzbewegungen noch fort, so dass auf der dritten Curve das Fortschlagen des Herzens durch fast anderthalb Minuten nach dem Sistieren der Athmung noch graphisch zum Ausdrucke kam. Sonst zeigt die Curve anfänglich denselben Typus wie 1 und 2. Das allmähliche Absinken des Blutdruckes auf Null ist gleichfalls gut zu verfolgen.

In Bezug auf die Athmung ist noch zu bemerken, dass dieselbe, wie dies auch auf den Curven zum Ausdrucke kommt, nach dem Wiedereinsetzen anfänglich mühsam und unregelmässig ist, dann meist ungewöhnlich frequent wird und erst nach einiger Zeit die normale Frequenz und Tiefe wieder erlangt. Ich verweise diesbezüglich übrigens auf die detaillierten Angaben bei den einzelnen Versuchen.

Die von mir ausgeführten Thierversuche haben, wenn ich die Ergebnisse kurz zusammenfasse, Folgendes gelehrt:

Die Erscheinungen, welche durch die Einwirkung starker elektrischer Ströme bei Thieren auftreten, sind im Wesen immer dieselben, wie sehr auch die Versuchsbedingungen variiert werden. Sie bestehen in augenblicklicher Hemmung der Athmung, während die Herzbewegungen noch einige Zeit fortbestehen. Von der Dauer des Respirationsstillstandes hängt es unzweifelhaft ab, ob auch Herzstillstand und damit definitiver Tod eintritt. Der Enderfolg ist sehr verschieden je nach der Grösse der Spannung, der Zeit der Einwirkung, der Häufigkeit und Folge der Stromunterbrechungen und der besonderen Beschaffenheit der Versuchsthiere. Meerschweinchen und Kaninchen sind besonders widerstandsfähig gegen elektrische Einwirkungen, Hunde dagegen viel empfindlicher. Der Erfolg der gleichen Einwirkung ist stets bei Hunden und auch bei Katzen viel schwerer als bei Kaninchen und Meerschweinchen. Es ist daher nicht zulässig, aus dem Ergebnisse von Thierversuchen Schlüsse über den Grad der Gefährlichkeit eines Stromes für den Menschen zu ziehen. Unabhängig scheint dagegen der Enderfolg von dem Orte der Einwirkung und dem Abstand der Elektroden zu sein. Ob dieselben am Kopfe, am Thorax, am Abdomen oder den Extremitäten angelegt wurden, ob sie weit von einander oder nahe beisammen standen, war für die Grösse der Wirkung ohne ersichtlichen oder nachweisbaren Einfluss. Die der Einwirkung unmittelbar folgenden Erscheinungen blieben aber unter allen möglichen Versuchsbedingungen immer dieselben; nur graduelle Verschiedenheiten traten hervor.

Man kann demnach sagen, die primäre Wirkung starker elektrischer Ströme auf den Thierkörper ist immer die gleiche; es bestehen nur quan-

titative, aber keine qualitativen Unterschiede, wie verschieden auch der Enderfolg sei. Und diese primäre Wirkung ist — Athmungshemmung. Nur ganz ausnahmsweise scheint gleichzeitig mit der Athmungslähmung auch schon der Herzstillstand einzutreten. (Vers. 33 und 35.)

Mit dem Einhalten der Athmung geht eine Veränderung im Blutgefässystem parallel, welche bisher noch nicht beobachtet wurde und auch nicht leicht beobachtet werden konnte, nachdem niemals zuvor eine graphische Darstellung der elektrischen Wirkungen versucht worden ist. Diese besteht in einer enormen Blutdrucksteigerung, welche wohl in dem allgemeinen Muskelkrampfe begründet ist, und in Verlangsamung der Schlagfolge des Herzens, also in einem Effect, wie er bei Vagusreizung beobachtet wird. Sichtlich handelt es sich um einen Reflexvorgang in der Bahn des Vagus; die Wurzeln desselben müssen den centralen Reflexbogen bilden. Man kann das wohl auch so ausdrücken: Die Wirkungen hochgespannter elektrischer Ströme beruhen in erster Linie auf einer Störung der Functionen des Respirations- und Circulationscentrums im verlängerten Mark.

Die Erkenntnis dieser Thatsache ist nicht nur an sich, sondern auch für die weiteren Untersuchungen von Bedeutung. Sie weist uns auf einen bestimmten Theil des Gehirnes als den Sitz der lebenswichtigen Störungen hin und lässt uns als das wichtigste Object für die pathologisch-anatomischen und morphologischen Untersuchungen das verlängerte Mark erkennen.

Die Störungen der Athmung und des Kreislaufes sind aber nicht die einzigen; es entsteht auch ein Krampf der gesammten willkürlichen Musculatur, ein allgemeiner Tetanus, der gewöhnlich etwas länger anhält, als der Körper in den Stromkreis eingeschaltet ist, um dann in Lähmung überzugehen. Auch das ist zweifellos ein Reflexvorgang, was sich schon daraus ergibt, dass die Erscheinung immer eintritt, wo auch die Elektroden angelegt werden. Es werden demnach auch die motorischen Centren höchstgradig erregt. Diese können allerdings niemals Sitz der lethalen Veränderungen sein; vielmehr deuten die meistentheils rasch eintretende Erholung der nicht tödtlich getroffenen Thiere und Erfahrungen am Menschen, welche gleich näher besprochen werden sollen, darauf hin, dass wohl nur in den seltensten Fällen organische Läsionen in den motorischen Centren des Rückenmarkes vorhanden sein dürften. Sie können nur da angenommen werden, wo länger andauernde Muskellähmungen beobachtet wurden.[1])

Es ist somit das ganze Rückenmark, mit Einschluss seiner Gehirnfortsetzung, des Bulbus, Sitz der Primärwirkung starker

[1]) Schwere und manifeste Lähmungen waren bei Vers. 32 vorhanden, und werden dieselben auch im Folgenden ihre anatomische Begründung finden.

elektrischer Ströme. Sie besteht in hochgradiger Erregung aller motorischen Centren. Die plötzliche Uebererregung führt, wie jeder ungewöhnlich starke Reiz, zur vorübergehenden oder auch bleibenden Lähmung. Im letzteren Falle ist das Versuchsthier todt, im ersteren kann es sich wieder erholen.

3. Beobachtungen an Menschen.

Ich hatte Gelegenheit, an vier Menschen, welche von einer starken elektrischen Einwirkung nicht tödtlich getroffen wurden, Erfahrungen zu sammeln, und glaube, diese Fälle hier im Anschlusse an meine Versuche am zweckmässigsten mittheilen und besprechen zu sollen. Ich muss vorausschicken, dass in allen Fällen Ströme von solcher Stärke und Spannung eingewirkt haben, welche erfahrungsgemäss als tödtliche Ströme bezeichnet werden müssen. Thatsächlich hat auch bei dem Unfalle, dem die 2. und 3. Beobachtung entnommen ist, ein Mensch das Leben verloren.

1. Beobachtung. (Unfall, geschehen in Wien.)

Bopp Fritz, 22 Jahr alt, Monteur beim Elektricitätswerke in Innsbruck, theilt folgenden Unfall mit, der ihm im Jahre 1892 zugestossen ist. Er war damals bei der internationalen Elektricitätsgesellschaft in Wien bedienstet und an dem Tage in der Druckerei des Fremdenblattes in der Wollzeile beschäftigt. Zufällig gerieth er mit der Spitze des Ringfingers der linken Hand an die Primärklemme, während der rechte Vorderarm am Transformator war. Er wurde eine Strecke fortgeschleudert, auf den Boden hingeworfen und war sofort bewusstlos. Wie er später von seiner Umgebung erfahren, ist er erst etwa 2 Stunden später im bewusstlosen Zustande am Boden liegend aufgefunden und nach Hause geschafft worden. Man hatte keine Ahnung, dass er einen elektrischen Schlag erhalten hatte, sondern glaubte, es sei ihm in dem Raume, wo er arbeitete, wegen der schlechten Luft, die dort angesammelt war, unwohl geworden. Erst gegen Abend gewann er das Bewusstsein wieder. Er schlägt die Dauer der Bewusstlosigkeit auf mehrere Stunden an.

Ueber die weiteren Störungen berichtet er folgendes: Am ersten Tage nach dem Unfalle war sehr starkes Herzklopfen vorhanden und ausserdem intensiver Kopfschmerz. Das Herzklopfen hörte nach etwa 24 Stunden auf, der Kopfschmerz dauerte mehrere Tage. An der Berührungsstelle war eine kleine Brandblase entstanden. Im getroffenen Finger spürte er noch durch längere Zeit abnorme Sensationen. Weitere Folgen sind nicht zurückgeblieben.

Am 18. Juni 1894 ereignete sich zu Weiz in Steiermark folgender Unfall: In der Schmiede des Herrn Mosdorfer stürzte plötzlich um 9 Uhr Vormittag der 18jährige Arbeiter Moser mit einem lauten Aufschrei zusammen. Zwei in der Nähe beschäftigte Mitarbeiter, Kaufmann und Wetternig, eilten ihm zu Hilfe, erhielten aber im Momente, wo sie ihn anfassten, heftige Schläge, so dass sie selbst bewusstlos hinstürzten. Der erstgetroffene Moser blieb todt, Kaufmann und Wetternig erholten sich nach einiger Zeit wieder.

Ueber den Anlass zu dieser dreifachen Verunglückung hat die unter Zuziehung der beiden Grazer Physiker Professor Pfaundler und Professor

v. Ettingshausen als technische Sachverständige sehr sorgfältig durchgeführte Untersuchung ergeben, dass der auf der Strasse vor der Werkstätte befindliche Transformator infolge einer nicht ganz aufgeklärten Störung nicht functionierte, so dass der starke Wechselstrom der Hauptleitung in der ungefähren Spannung von 2000 Volt in die Secundärleitung des Arbeitsraumes gelangte. Durch Herabschleudern einer an der Wand hängenden Lampe, was wahrscheinlich beim Herunternehmen einer Zange geschah, kam Moser und bei der Hilfeleistung seine beiden Genossen mit dem blanken Kabelende in Berührung, während sie mit dem feuchten Erdboden in gut leitender Verbindung standen. Siehe die Darstellung des Unfalls auf S. 90, Fig. 3.) Ich hatte als Gerichtsarzt Gelegenheit, die drei Verunglückten am folgenden Tage (19. Juni) selbst untersuchen zu können. Der Obductionsbefund wird später mitgetheilt werden. An den beiden Lebenden wurde das Nachfolgende beobachtet:

2. Beobachtung.

Kaufmann Michael, 32 Jahre alt, ist gross, kräftig gebaut und ziemlich dürftig genährt. Der Verletzte zeigt an der Radialseite des rechten Unterarmes nahe dem Handwurzelgelenke eine kaum hellergrosse, bräunlich vertrocknete, excoriierte Hautstelle, welche wie verbrannt aussieht. In der Umgebung ist geringe Reaction vorhanden. Das Allgemeinbefinden ist nicht mehr wesentlich gestört; der Verletzte befindet sich nicht nur ausser Bett, sondern hat auch seine Arbeit bereits wieder aufgenommen. Er gibt an, bei seiner Verunglückung einige Minuten bewusstlos gewesen zu sein. Seither fühle er sich matt und habe öfters Schwindelgefühl. Der Kopf sei noch eingenommen. Er hat nie erbrochen, isst und trinkt auch wieder wie gewöhnlich.

Ueber seine Verunglückung hat er bei Gericht später folgendes angegeben:

„Am Vormittage des 18. Juni 1894 arbeitete ich in der Schmiedewerkstätte etwa zwei Schritte von A. Moser entfernt. Es dürfte etwa 9 Uhr gewesen sein, als ich den Moser plötzlich zusammenstürzen sah. Der in der Nähe befindliche A. Wetternig wollte den Moser vom Boden aufheben, wurde aber gleichfalls zur Seite geschleudert und taumelte gegen mich, weshalb ich ihn auffangen wollte. Kaum hatte ich ihn jedoch berührt, so empfand ich einen furchtbaren Schlag, infolge dessen ich gegen einen Ambos hintaumelte und mich an demselben noch aufrecht hielt; doch war ich durch einige Minuten vollständig betäubt. Als ich wieder zu mir kam, gieng ich sofort ins Freie zum Wasser.

Ich hatte am rechten Unterarme eine Wunde erhalten, welche jedoch nicht blutete, sondern eine wasserähnliche Feuchtigkeit absonderte (Brandblase).

Infolge jenes elektrischen Schlages wurde ich zwar nicht arbeitsunfähig, doch hatte ich noch durch acht Tage Kopfschmerzen."

3. Beobachtung.

Wetternig Anton, 49 Jahre alt, ist bei demselben Anlasse dadurch verunglückt, dass er dem Moser beisprang. Es gibt aus eigener Erinnerung folgendes an:

„Am Vormittage des 18. Juni sah ich den etwa 4—5 Schritte weit von mir befindlichen A. Moser plötzlich zusammenstürzen, wobei er einen Schrei ausstiess.

Ich sprang hin, um ihn aufzuheben, doch kaum hatte ich seine Hand berührt, so verlor ich das Bewusstsein und kam erst nach einer halben Stunde infolge der Wiederbelebungsversuche meiner Kameraden wieder zu mir.

In welcher Weise Moser und ich mit jener elektrischen Lampe, die gerade über Moser's Standpunkt an einem Kabel befestigt war, in Berührung kamen, kann ich nicht angeben; ich erinnere mich nur, dass ich diese Lampe, als ich zu Moser hinsprang, an der Schnur nahe bis zur Erde neben Moser frei herabhängen sah.

Wahrscheinlich habe ich bei dem Bestreben Moser aufzuheben, diese Lampe oder deren Schnur mit meiner Hand berührt, ohne es zu wissen, und auf diese Weise einen elektrischen Schlag erhalten.

Er war angeblich durch 6 Tage vollkommen arbeitsunfähig.

Bei der am Tage nach der Verunglückung vorgenommenen gerichtsärztlichen Untersuchung wurde von mir und meinem Collegen Dr. Kautzner aufgenommen folgender

Befund:

Wetternig Anton, 49 Jahre alt, ist gross, kräftig gebaut und mittelgut genährt. Er sieht etwas vorzeitig gealtert aus und ist am linken Auge nahezu blind. Er befindet sich ausser Bett und vermag herumzugehen.

An der inneren Seite des rechten Oberarmes, beiläufig in der Mitte desselben, zeigt er eine kreuzergrosse, oberflächliche, gelb-bräunlich vertrocknete Hautstelle, einen zweifellosen Brandeffect.

Auch an der Ulnarseite der rechten Mittelhand, sowie am kleinen Finger sind mehrere unregelmässige, meist streifenförmige oberflächliche Brandwunden vorhanden, an welchen stellenweise noch Epidermisfetzen als Reste von Brandblasen hiengen. Die Haut der Umgebung ist meist etwas geröthet und geschwellt.

Als subjective Erscheinungen gibt der Verletzte Kopfschmerzen und Schwindelgefühle an; die Bewusstlosigkeit habe fast eine halbe Stunde angedauert. Objectiv feststellbare Gehirnerscheinungen sind gegenwärtig nicht nachweisbar. Motilitäts- oder Sensibilitätsstörungen nicht vorhanden."

4. Beobachtung. (Verunglückung zu Innsbruck.)

Am 16. März 1894 wurde der 22jährige absolvierte Oberrealschüler Otto Würtenberger in Innsbruck durch Berührung eines gerissenen, auf den Weg herabhängenden Telephondrahtes, der oberhalb der Leitungsdrähte des Primärstromes (Wechselstrom von 2000 Volt Spannung) hinlief, in einer Weise getödtet, welche an späterer Stelle noch näher erörtert werden wird. Sein Begleiter, Herr Lieutenant Anton Liensberger, der ihm beisprang und mittelst eines Stockes den Verunglückten, der seine Hand krampfhaft um den Draht geschlossen hatte, von der Berührung mit dem Drahte zu befreien suchte, erhielt, indem der von Würtenberger's Hand abspringende Draht ihn selbst am linken Daumen traf, einen derartigen Schlag, dass er bewusstlos hinstürzte und über die Böschung hinabkollerte. Als er nach kurzer Zeit wieder zu sich kam, gieng er neuerdings zu dem an derselben Stelle liegen gebliebenen Würtenberger und wollte ihn auf die Seite ziehen. Er ergriff zu diesem Zwecke dessen linke Hand und verspürte in diesem Momente einen neuerlichen, allerdings wesentlich schwächeren Schlag, worauf er um Hilfe rief.

Liensberger war nun durch längere Zeit unter den Erscheinungen eines allgemeinen Nervenleidens, das sich in Kopfschmerz, Gedächtnisschwäche, hochgradiger Erregbarkeit und Schlaflosigkeit äusserte, erkrankt, so dass die Gerichtsärzte bei der am 7. Juni begonnenen Hauptverhandlung gegen den Leiter und die technischen Organe des Innsbrucker Elektricitätswerkes bestätigten, dass Liensberger durch den Unfall eine mehr als 30tägige Gesundheitsstörung erlitten habe.

Diese Beobachtungen an Menschen, welche nicht tödtlich verletzt wurden, bilden eine ganz wertvolle Ergänzung dessen, was die Thier-

experimente ergeben haben. Unsere Vorstellungen über die unmittelbaren Wirkungen starker elektrischer Ströme auf den Menschen werden durch diese unfreiwilligen und gefährlichen Experimente an ihm selbst noch wesentlich erweitert. Ich sehe bei der Erörterung der Erscheinungen zunächst von einer Besprechung der localen Veränderungen an den Contactstellen, den elektrischen Verbrennungen, ganz ab, weil diese bei den pathologischen Veränderungen unter Einem werden behandelt werden. Sie sind für die Auffassung des Wesens der lebensgefährlichen und tödtlichen elektrischen Einwirkung auch ganz belanglos und haben nur, wie später dargelegt werden soll, eine gewisse diagnostische und forensische Bedeutung.

Bemerkenswert ist vor allem die Thatsache, dass die ersten Erscheinungen beim Menschen ebenso wie beim Thier ausserordentlich schwere und bedrohliche sind. In unseren Fällen sind die Getroffenen ausnahmslos hingestürzt und waren augenblicklich bewusstlos. Die Bewusstlosigkeit hat einige Minuten bis zu mehreren Stunden angedauert. Rasch ist aber in allen Fällen auch die Erholung wieder eingetreten. In längstens 24 Stunden nach dem Unfalle sind unsere Verletzten wieder herumgegangen und haben zum Theile sogar ihre Beschäftigung aufgenommen. Angedauert hat in allen Fällen noch durch Tage hindurch Schwindelgefühl, allgemeine Mattigkeit und mehr weniger intensiver Kopfschmerz. Lähmungen oder Sensibilitätsstörungen sind in unseren Fällen nicht beobachtet worden. Nur aus den Angaben des ärztlich gar nicht beobachteten Bopp (1. Beobachtung) scheint hervorzugehen, dass im getroffenen Finger längere Zeit Sensibilitätsstörungen bestanden haben. Bei diesem Manne waren in der ersten Zeit auch Herzpalpitationen und intensiver Kopfschmerz vorhanden.

Ganz gleiche Erscheinungen sind von amerikanischen und französischen Aerzten beobachtet worden; in den meisten von ihnen beschriebenen Fällen war auch anfängliche Bewusstlosigkeit vorhanden; es ist dies besonders hervorgehoben worden von Hummel, Ph. C. Knapp, Dana, Biggs und Biraud. In einigen Fällen war jedoch das Bewusstsein erhalten geblieben. So bei einer Verunglückung in der Centralstation in Rom, wo sich zwei Arbeiter durch Berührung eines Conductors tiefe Verbrennungen an den Fingern zugezogen, ohne das Bewusstsein zu verlieren, dann bei einer am 23. April 1892 in Brüssel geschehenen Verunglückung durch einen Gleichstrom von 1300 Volt Spannung, wobei es gleichfalls zu schweren Verbrennungen kam ohne Verlust des Bewusstseins, und bei einem Unfalle im Trocadéro zu Paris (1888) durch einen Wechselstrom von 400 Volt. (Biraud, Beob. X., XII., XV.)

Es geht daraus hervor, dass Bewusstlosigkeit bei den nicht tödtlichen elektrischen Verunglückungen kein unbedingt und ausnahmslos auftretendes, wohl aber ein in der überwiegenden Mehrheit der Fälle beobachtetes Symptom ist.

Für die Erkenntnis des Wesens der elektrischen Einwirkung ist die Erscheinung der augenblicklichen Bewusstlosigkeit insoferne von Bedeutung, als daraus im Zusammenhalte mit den Ergebnissen der Thierversuche hervorgeht, dass das gesammte centrale Nervensystem hiebei afficiert wird: die motorischen Centren des Rückenmarkes, die Bulbusregion und die Grosshirnrinde. Die elektrische Reizwelle trifft also auch noch die periphersten Theile des Centralnervensystems.

Die functionelle Störung der Gehirnrinde, die Bewusstlosigkeit, ist in der Regel von sehr kurzer, meist nur minutenlanger Dauer; dagegen dauern andere Reizsymptome des Centralnervensystems oft tage- und wochenlang an, so namentlich Kopfschmerz und Schwindelgefühl, die wohl als vasomotorische Neurosen aufzufassen und durch Angiospasmus zu erklären sein dürften. Ebenso sind die Unregelmässigkeiten der Herzbewegung und des Pulses, namentlich die mitunter tagelang andauernden Herzpalpitationen aus der hochgradigen Uebererregung des Circulationscentrums, die wir kennen gelernt haben, leicht verständlich.

Verhältnismässig selten wurden länger andauernde periphere Neurosen beobachtet. Nur in wenigen Fällen kam es zu motorischen Lähmungen, ähnlich den so häufig beobachteten Blitzlähmungen. In keinem meiner Fälle war irgend eine Muskellähmung vorhanden. Auch Sensibilitätsstörungen scheinen selten zu sein. Doch haben einige andere Autoren sowohl schwere periphere Muskellähmungen und in einem Falle auch Krämpfe (Robert in St. Louis), sowie ausgebreitetere Sensibilitätsstörungen in Form von Hyperästhesien und Neuralgien beobachtet, so namentlich Garaix in Dieulefit, Philipp C. Knapp in Boston, Collins in New-York (Paralyse des Deltoïdeus und traumatische Neuritis mit Verminderung des Wärme- und Muskelgefühls). Peterson in New-York endlich, wie auch Ph. C. Knapp beobachteten nach elektrischen Verunglückungen länger andauernde allgemeine Neurosen unter dem Bilde der Neurasthenie oder Hysterie, die sie den traumatischen Neurosen wie der „railway-spine“ verglichen. Ein Beispiel dieser Art der Erkrankung nach Einwirkung starker elektrischer Schläge bietet offenbar auch unser letzterwähnter Fall (Beob. 4). Diese Fälle müssen den Blitzhysterien, wie sie von Nothnagel, Gibier de Savigny, Onimus, Charcot und Laveran beschrieben worden sind, an die Seite gestellt werden.

Was schliesslich die Verbrennungen anbelangt, die an den Berührungsstellen niemals fehlen, so zeigen dieselben sehr bedeutende graduelle Unterschiede. Oft sind sie ganz unbedeutende und oberflächliche Erytheme und Epithelnekrosen; meist sind es Verbrennungen zweiten Grades in Form von Blasenbildung, mitunter aber auch ausgebreitete und tiefgehende, selbst bis an die Knochen reichende Zerstörungen der Weichtheile, sogenannte Verbrennungen dritten Grades. In einigen Fällen mussten tief

verbrannte Finger amputiert werden oder gelangten umfänglichere Brandwunden nach Abstossung der nekrotischen Theile nur durch „greffe epidermique“ zur Heilung.

Es sei hier nur noch bemerkt, dass nach übereinstimmenden Beobachtungen an Mensch und Thier die Grösse und Schwere der elektrischen Verbrennungen in gar keinem Verhältnisse stehen zum anderweitigen Effect. Bei tödtlichen Fällen kann man geringfügige Verbrennungen und bei schweren und ausgebreiteten Verbrennungen geringfügige anderweitige Störungen finden.

II.

Elektrothanatologie.

Die pathologischen Veränderungen der Organe beim Tod durch Elektricität.

Der Betrachtung der pathologischen Organveränderungen beim elektrischen Tode sind ebenso wie der Elektrobiologie fast ausschliesslich neue und eigene Beobachtungen und Untersuchungen zu Grunde gelegt. In erster Linie drei Fälle von tödtlich verlaufenen elektrischen Verunglückungen. Die mit grosser Sorgfalt aufgenommenen Befunde, deren unverkürzte Wiedergabe dem Fachmanne bei der Seltenheit dieser Todesart gewiss erwünscht sein dürfte, gestatten wohl ein selbständiges Urtheil über die Leichenbefunde bei elektrischem Tode überhaupt.

Diesen Beobachtungen an Menschen schliessen sich solche bei elektrisch getödteten Thieren an, deren wichtigste mitzutheilen umsomehr berechtigt erscheinen dürfte, als solche Befunde bisher überhaupt noch nicht veröffentlicht sind. Sie bilden aber neben den Leichenbefunden eine unentbehrliche Grundlage für eine tiefere Einsicht in das Wesen des elektrischen Todes.

Sowohl aus den Menschen- wie aus den Thierleichen wurde endlich Material für pathologisch-histologische Untersuchungen gewonnen, die darauf abzielten, Aufschluss über die feineren Veränderungen der Gewebe bei der elektrischen Tödtung zu erhalten.

Auf Grund dieser gesammten Beobachtungsthatsachen und der Experimentalergebnisse soll schliesslich der Versuch gemacht werden, das Wesen des elektrischen Todes zusammenfassend darzustellen.

1. Leichenbefunde.

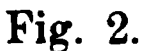
Dieselben sollen in der Reihenfolge, wie sich die einzelnen tödtlichen Verunglückungen zugetragen haben, vorgeführt werden.

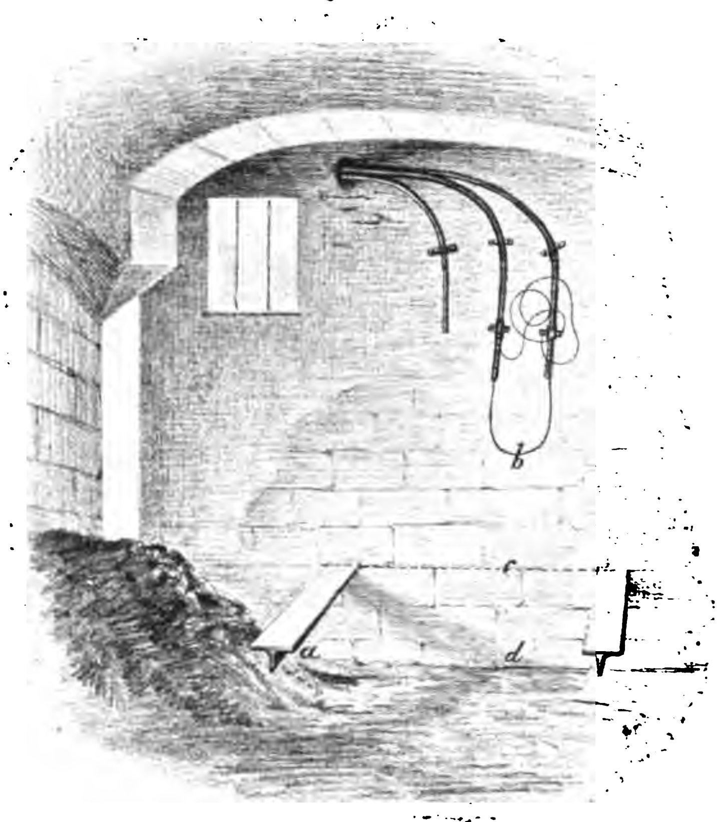
5. Beobachtung (1. tödtliche Verunglückung in Innsbruck).

Am 19. Mai 1892 war der 26jährige Monteurgehilfe Andrä Ellemonter in einem Kellerraume beschäftigt, wo ein neuer Transformator aufgestellt werden sollte. Zwei blank gemachte Kabelenden eines concen-

trischen Kabels der unterirdisch geführten Strassenleitung waren in den Raum hereingelegt und bis zur Aufstellung des Transformators provisorisch mit einem blanken Kupferdraht verbunden worden, um die Leitung im Gang zu erhalten. In die Mauer waren zwei eiserne Traversen eingemauert, auf welche der Transformator gestellt werden sollte. Der im Raume allein anwesende E. hat, wie aus den weiteren Untersuchungen unzweifelhaft gefolgert werden musste, mit dem Zeigefinger der linken Hand den Verbindungsdraht (Fig. 2, *b*) berührt, während er mit dem Rücken (er war nur mit einem schweissfeuchten Hemde und einem Beinkleide bekleidet) an einer, muthmaasslich der rechten, Traverse *a* angelehnt war. Die Berührung dürfte aus Neugierde zu dem Zwecke erfolgt sein, zu versuchen, ob schon Strom durchgehe. Die Stärke des Wechselstromes war zur Zeit der Verunglückung annähernd 8 Ampère, die Spannung im Mittel 1800 Volt, also die elektromotorische Kraft = 14.400 Volt-Ampère. Er wurde im Höchstfalle 20—25 Minuten nach der Verunglückung, ein paar Schritte von der in Fig. 2. genau wiedergegebenen Unglücksstätte entfernt am Boden, mit dem Gesichte nach unten liegend und röchelnd, aufgefunden, und verschied wenige Minuten darauf, trotz der sofort angestellten Rettungs- und Belebungsversuche.

Fig. 2.





Die von mir am 20. Mai 1892 21 Stunden nach dem Tode vorgenommene Obduction ergab nachfolgenden

Befund.

A. Aeussere Besichtigung.

1. Der Körper hat eine Länge von 171 *cm* und ein Gewicht von 72·91 *kg*, ist musculös, kräftig gebaut und gut genährt.

2. Die Hautdecken an den vorderen Körperpartien blass, an den abhängigen Theilen mit ausgebreiteten, sehr intensiven, dunkelvioletten Leichenverfärbungen versehen; die Musculatur des gesammten Körpers in höchster Weise gespannt, sämmtliche Gelenke steif.

3. Der Kopf unbeweglich, die Gesichtshaut besonders rechts stark livide verfärbt, die Ohren von diffus-dunkelvioletter Farbe; das Gesicht mit feinem Sande verunreinigt. Die Lidspalten beiderseits halb offen, die unbedeckten Theile der Bulbi vertrocknet und mit Sand verunreinigt, Bindehäute ziemlich blass. An der Stirne befindet sich einen Querfinger über dem rechten Augenbrauenbogen eine parallel mit demselben verlaufende, etwas nach abwärts und aussen ziehende, streifenförmige, geröthete und vertrocknete Hautstelle von 2 *cm* Länge; nach aussen und oben davon sind noch vier solche fast nur punktförmige Hautabschürfungen vorhanden. Eine etwa linsengrosse solche Stelle findet sich über dem rechten Augenbrauenbogen im äusseren Drittel desselben. Die Nasenöffnungen gleichfalls mit Sand verunreinigt; aus der linken sickert etwas blutige Flüssigkeit aus. Der Mund leicht geöffnet, Zunge hinter den Zähnen, die Lippen unverletzt.

4. Der Hals von entsprechender Länge, breit, gedrungen. Der Thorax sehr breit, gut gewölbt. Die Bauchdecken flach, brettartig gespannt. Penis nach oben gelegt, an der Glans mit einer schleimigen, fadenziehenden dicken Flüssigkeit verunreinigt. (Sperma mit reichen, zum Theile noch Bewegung zeigenden Samenfäden.)

5. Die oberen Extremitäten in den Ellbogen- und Fingergelenken so stark gebeugt, dass durch die grösste Kraftanstrengung eines Mannes der Zug der Musculatur nicht überwunden werden kann. Die Hände sehr stark geschwärzt, wie es bei Feuerarbeitern Regel ist, und mit Erde verunreinigt. Am Zeigefinger der linken Hand, u. z an der Unterseite des Endgliedes ist die Oberhaut im Umfange eines halben Kreuzers abgehoben und zum Theile als ein weghängender Epidermisfetzen noch vorhanden; an der vorliegenden Lederhaut ist eine flache Blutaustretung vorfindlich. Dahinter, an der Radialseite der zweiten Phalange ist eine längliche, schräggestellte Blase der Oberhaut 1·5 *cm* lang, 4—5 *mm* breit; die emporgehobene Lederhaut glatt, wie gebügelt aussehend. (Taf. I, Fig. 1.)

An der Innenseite des linken Ellbogengelenkes zwei streifenförmige, sugillierte, und am Rücken des Mittelfingers der rechten Hand über dem zweiten Interphalangealgelenke eine linsenförmige, nicht sugillierte Hautabschindung.

7. Am Rücken befindet sich in der Gegend zwischen dem Dornfortsatz des 1. und 2. Lendenwirbels von der Medianlinie etwas nach links eine schwarze, trockene, leicht vertiefte Hautstelle, welche Gestalt und Grösse einer Linse hat; in der nächsten Umgebung, besonders nach oben ist die Haut stark röthlich-violett verfärbt und sind daselbst eine grosse Zahl punktförmiger bis linsengrosser Blutaustretungen in der Lederhaut vorfindlich. Beim Einschneiden gewahrt man im Unterhautzellgewebe eine flache Blutaustretung von dunkler Farbe über der Fascie in der Ausdehnung eines Handtellers. (Taf. I, Fig. 2.)

8. Ueber dem linken Malleolus externus ist die daselbst blasse Haut im Umfange einer kleinen Linse vom Oberhäutchen frei, die vorliegende Lederhaut hornartig vertrocknet, im darunter liegenden Zellgewebe keine Blutaustretung vorfindlich.

B. Innere Besichtigung.

I. Kopfhöhle.

9. Kopfschwarte fettreich; im Zellgewebe daselbst mehrfache punktförmige, flache hellrothe Blutaustretungen.

10. Schädeldach leicht asymmetrisch mit rechts abgeflachtem Hinterhauptsantheil, compact, diploëarm.

11. Die harte Hirnhaut sehr stark gespannt; im grossen Sichelblutleiter ist neben lockeren Blutgerinnseln viel dunkelflüssiges Blut; die Innenseite derselben glatt, glänzend. Die inneren Hirnhäute im allgemeinen recht zart, nur auf der Scheitelhöhe mässig getrübt, an der Basis sehr zart. Die Gefässe der Pia mater mässig mit Blut gefüllt, so dass die Meningen mehr blassroth erscheinen.

12. Die Gehirnoberfläche zeigt den gewöhnlichen Windungstypus, Stirnhirn windungsreich. Die Gehirnsubstanz im allgemeinen von gewöhnlicher Consistenz, mässig zäh. Das Rinden- und Centralgrau von blass rauchgrauer Farbe, das Mark weiss. Die Gefässe erscheinen auf den Durchschnitten von gewöhnlicher Weite und treten aus denselben Blutpunkte in mässiger Zahl hervor. Die Seitenkammern enthalten blasses, klares Serum. Das Ependym zart. Die Tela choroidea, sowie die seitlichen Adergeflechte mässig mit Blut erfüllt.

13. Das Kleinhirn im allgemeinen von derselben Beschaffenheit wie das Grosshirn, jedoch mit dem Unterschied, dass die graue Substanz daselbst eine dunklere, schon violette Färbung zeigt. Die Rautengrube von ganz gewöhnlichem Aussehen; an ihren Begrenzungen makroskopisch keine Veränderungen sichtbar, ebenso verhalten sich die Brücke und das verlängerte Mark, welch letztere Partien behufs nachträglicher mikroskopischer Untersuchung in Müller'sche Flüssigkeit gelegt werden.

14. Die Gefässe an der Gehirnbasis durchweg sehr zart und mässig mit flüssigem Blut angefüllt. In den Sammelgefässen der Schädelbasis jedoch eine reichliche Menge dunkelflüssigen Blutes vorfindlich; diese, sowie das Schädeldach in ihrer Continuität vollkommen intact.

II. Brust- und Bauchhöhle.

15. Das Unterhautzellgewebe mässig fettreich. Die kräftige und bretthart gespannte Musculatur von braunrother Farbe.

16. Das Zwerchfell rechterseits am unteren Rand der vierten, links am oberen Rand der fünften Rippe stehend.

17. Am Sternum, sowie im Zellgewebe des vorderen Mediastinums keine Veränderung vorfindlich. Desgleichen zeigen die Halsorgane nach Hinwegnahme der Haut an ihren vorderen Flächen keine Veränderungen.

18. Beide Lungen ziemlich voluminös, ohne dass sich dieselben jedoch mit ihren vorderen Rändern berühren. Sie verändern bei der Eröffnung des Thorax ihr Volumen nicht. Die linke Lunge ist vollkommen frei, die rechte im ganzen Umfange des Oberlappens durch locker zelliges Bindegewebe an die Brustwand angeheftet.

19. Der Herzbeutel wenig mit Fett bewachsen, enthält eine geringe Menge einer klaren serösen Flüssigkeit.

20. Das Herz gross, ziemlich breit, nicht völlig zusammengezogen, besonders das rechte Herz etwas schlaffer. Die Oberfläche nur ganz wenig mit Fett bewachsen, das Pericard allenthalben zart.

a) Hals- und Brustorgane.

21. Bei der im Zusammenhange vorgenommenen Entnahme der Hals- und Brustorgane gewahrt man im Zellgewebe und dem oberflächlichen Blatt der tiefen Halsfascie

längs der hinteren Wand des Oesophagus, ferner an der Adventitia beider Carotiden und an der gemeinsamen Scheide dieser und der Nervi vagi zahlreiche flache dunkelroth bis schwarz erscheinende Blutaustretungen von der Grösse eines Hirsekorns bis zu der eines Kreuzers. Grössere sind noch in der Kapsel der Schilddrüse, und zwar an der Hinterseite der beiden, mässig vergrösserten Schilddrüsenlappen vorhanden. Unter Zunahme ihrer Ausbreitung und Intensität sind diese Blutaustritte längs der Brustwirbel, zu beiden Seiten der Körper, insbesondere an den Rippenwirbelgelenken vorhanden. Zwischen den einzelnen Blutaustretungen an den Wirbelkörpern herab sind immer frei gebliebene Stellen. Nach abwärts zu werden diese subpleuralen Blutaustritte immer ausgebreiteter und gestalten sich, in den Intercostalräumen sich ausbreitend, zu symmetrischen, streifenförmigen Blutaustritten aus.

Die 5—6 unteren Intercostalvenen sind strotzend mit dunkelflüssigem Blut erfüllt. Am Zwerchfell sind beiderseits um und hinter den Durchtrittsstellen der Blutgefässe und des Oesophagus, dann an der linken Pars lumbalis umfängliche confluierende, subseröse Blutaustretungen vorhanden. Hier (in der linken Pars lumbalis) ist auch zwischen die Muskelfasern und Muskelbündel des Zwerchfells Blut ergossen und zeigt auch die Abdominalfläche subperitoneale Blutaustretungen. (Taf. II.)

22. Mundhöhle leer, Zungenschleimhaut blass, unverletzt, die Schleimhaut des Gaumens und des Zäpfchens ein wenig geröthet, Tonsillen klein.

23. Die hintere Rachenwand etwas stärker geröthet, mit Schleim belegt, Speiseröhre leer, Schleimhaut stärker als gewöhnlich geröthet, injiciert.

24. Schleimhaut des Kehldeckels stark injiciert, geröthet, desgleichen die des Kehlkopfes. Von da nach abwärts nimmt die Röthung der Schleimhäute der Luftwege zu und ist im unteren Theile der Trachea ausserordentlich stark. Die Schleimhaut ist daselbst geschwellt, mit meist zähem, glasigem, hie und da blutgestriemtem Schleim belegt. Ausserdem ist in der Trachea und den Bronchien bis in den Kehlkopf herauf reichlich feinblasiger, leicht blutiger Schaum vorhanden.

25. Die Schilddrüse, in beiden Lappen ein wenig vergrössert, ist blutreich, grobkörnig, mit Ausnahme der vorerwähnten flachen Blutaustritte in der hinteren Kapselwand nicht verändert.

26. Beide Lungen strotzend mit dunkelflüssigem Blute erfüllt, in allen Theilen lufthältig, feucht; auf der Schnittfläche tritt schon bei mässigem Drucke eine reichliche Menge feinschaumiger Flüssigkeit hervor. Einzelne kleine umschriebene Stellen namentlich des rechten Oberlappens sind dunkler gefärbt, so dass hier die Lunge leicht gefleckt erscheint.

27. Das Herz enthält in allen Theilen flüssiges Blut; im rechten Vorhof und zwischen den Sehnenfäden der Bicuspidalis überdies lockere dunkle Blutgerinnsel, Die Klappen sämmtlich zart und schlussfähig. Das Herzfleisch auffallend blass. viel lichter, als es in der Regel bei jungen kräftigen Individuen im Falle plötzlichen Todes angetroffen zu werden pflegt. Die Coronargefässe zart, Ostien weit offen; das Endocard zart, glänzend; sämmtliche grossen Gefässe enthalten dunkles flüssiges Blut, die Wandungen zart, Intima durchwegs glatt und glänzend. Im Zellgewebe um die Aorta thoracica descendens und in der Adventitia zahlreiche grössere Blutflecke und kleinere ecchymosenähnliche Blutaustritte vorfindlich.

b) Unterleibsorgane.

28. Milz von gewöhnlicher Grösse, Kapsel glatt gespannt, blut- und pulpareich.

29. Leber von entsprechender Grösse, ihre Kapsel durchweg zart glänzend, das Parenchym braunroth, von gewöhnlicher Consistenz mit reichlichem Blutgehalt. In der Gallenblase dunkelflüssige braune Galle.

30. Der Magen, mässig ausgedehnt, enthält ziemlich viel feste Speisereste fast ausschliesslich vegetabilischer Natur. Die Schleimhaut stark geröthet, insbesondere an der vorderen Wand und kleinen Curvatur. Auf der Faltenhöhe hie und da streifenförmige submucöse Blutaustretungen vorfindlich. Im übrigen ist die Schleimhaut von gewöhnlicher Beschaffenheit, die Drüsen leicht prominierend.

31. Am Peritonealüberzug der dünnen Gedärme sind die Netze der strotzend gefüllten Lymphgefässe deutlich sichtbar. Die Blutgefässe stark gefüllt, auch die feinsten Aestchen injiciert, so dass die Därme an der Oberfläche rosenroth gefärbt erscheinen. Im Dünndarm viel gewöhnlich beschaffener Inhalt, Schleimhaut meist leicht geröthet, die Drüsen deutlich hervortretend.

32. Der Dickdarm enthält eine grosse Menge gewöhnlich beschaffener, meist geballter Fäcalmassen und zeigt im übrigen kein abnormales Verhalten.

33. Die Bauchspeicheldrüse gross, von rosenrother Farbe, wie gewöhnlich grobkörnig.

34. Beide Nieren in ziemlich fettarme Kapseln eingebettet, sind gross, das Parenchym derb, fest; der Blutgehalt derselben ist ein ganz ungewöhnlich grosser, so dass sie von dunkelbraunvioletter Farbe erscheinen, Schleimhaut des Beckens und der Kelche stark injiciert, Harnleiter von gewöhnlicher Beschaffenheit.

35. Die sehr ausgedehnte, zwei Querfinger über die Symphyse emporragende Harnblase enthält nahezu 1 Liter klaren lichtgelben Harn; Schleimhaut blass.

36. Die Vorstehdrüse nicht vergrössert; die Schleimhaut der Harnröhre infolge starker Füllung der venösen Blutgefässe des Penis geröthet und injiciert; die Hoden prall und von röthlichgelber Farbe. Samenblasen strotzend mit Spermaflüssigkeit erfüllt, in welcher noch lebhafte Bewegung zeigende Spermatozoen sich vorfinden.

III. Rumpf und Extremitäten.

37. An der linken oberen Extremität, deren Musculatur, Hauptblutgefässe und -Nervenstämme blossgelegt werden, sind weder Blutaustretungen, noch sonst makroskopisch wahrnehmbare Veränderungen vorfindlich. Die Knochen sind, wie jene des Stammes völlig intact. (Der Nervus medianus wird in seiner ganzen Länge mitsammt dem Plexus brachialis zur späteren Untersuchung in Müller'sche Flüssigkeit eingelegt.)

38. An den blossgelegten Muskeln der unteren Extremitäten ebensowenig, wie bei der äusseren Besichtigung derselben irgend eine Veränderung nachweisbar.

39. Die Blosslegung der Rückenmusculatur ergibt in den Antheilen derselben, welche unterhalb der bei der äussern Besichtigung beschriebenen, markierten und blutig suffundierten Stelle vorhanden sind, also in der Höhe des letzten Brust- und des ersten und zweiten Lendenwirbels Blutaustretungen in ziemlichem Umfange um und zwischen die Muskeln und Muskelbündel bis an den Knochen, und zwar auf der linken Seite ausgebreiteter und intensiver als rechts. Sogar auf der fibrösen Verbindung der Bögen des ersten und zweiten Lendenwirbels links fand sich noch eine etwa kreuzergrosse Blutaustretung vor.

IV. Rückenmark.

40. Nach der von hinten mittels Doppelsäge vorgenommenen Eröffnung des Wirbelcanales und Herausnahme des Rückenmarkes gewahrt man zu beiden Seiten des Ligamentum vertebrale posterius symmetrische, meist etwa linsengrosse Blutflecke, welche an Ausdehnung und Intensität nach abwärts zunehmen, während sie am Halswirbelcanal nicht mehr vorhanden sind.

41. Die Häute des Rückenmarkes zeigen keine makroskopisch erkennbaren Veränderungen, auch erscheint ihr Blutgehalt nicht wesentlich geändert.

42. Die weisse Substanz des Rückenmarkes ist auf Querschnitten nicht anders beschaffen, wie gewöhnlich, dagegen erscheint die graue Substanz sehr dunkel gefärbt, feucht, vorquellend. Im unteren Brust- und oberen Lendenabschnitt sind die Grenzen zwischen grauer und weisser Substanz etwas verwaschen. (Das ganze Rückenmark wird behufs mikroskopischer Untersuchung in Müller'scher Flüssigkeit conserviert.)

Aus den vorliegenden Befunden darf, kurz zusammengefasst, folgendes als bemerkenswert hervorgehoben werden: äusserlich hochgradige Leichenstarre, intensive Entwicklung der Todtenflecke und Samenejaculation nebst Brandeffecten am Zeigefinger der linken Hand und der Haut des Rückens, welche nach Aussehen und Lage unzweifelhaft als Eintritts- und Austrittsstellen des elektrischen Stromes charakterisiert waren; innerlich symmetrische Blutungen an der Vorderseite der unteren Hals- und der ganzen Brustwirbelsäule, denen linsengrosse, gleichfalls symmetrische Blutungen im Wirbelcanal zu beiden Seiten des Ligamentum vertebrale posterius entsprachen, dann kleine Blutaustretungen am Hals-Vagus und um die Carotiden, Suffusion des Zwerchfells und der Weichtheile des Rückens in der Höhe des 1. und 2. Lendenwirbels, endlich acutes Lungenödem und Anämie des Herzfleisches bei Hypervenosität und flüssiger Beschaffenheit des Blutes.

Als unmittelbare Todesveranlassung tritt hier das acute Lungenödem deutlich und unzweifelhaft hervor; im übrigen sind die allgemeinen Erstickungsbefunde mit ziemlicher Deutlichkeit ausgeprägt, so namentlich die dunkle und flüssige Beschaffenheit des Blutes, die Blutüberfüllung der Lungen, des Herzens und der grossen Gefässe und streifige submucöse Ecchymosen an der Schleimhaut des Magens, sowie Blutungen um die absteigende Brustaorta. Wir haben es also mit einer etwas protrahiert verlaufenen Erstickung zu thun, die bis zur Entwicklung eines acuten Lungenödems gediehen ist.

Da nun aber das Lungenödem bei dem 26jährigen, kräftigen und vollkommen gesunden Manne nicht als etwas Primäres, sondern nur als eine Folgeerscheinung aufgefasst werden kann, so muss angenommen werden, dass neben behinderter, insufficienter Athmung gleichzeitig eine plötzliche Erlahmung der Herzkraft vorhanden war. Diese Annahme erscheint in dem Falle auch anatomisch begründet durch das Vorhandensein von Blutungen am Halstheile der Nervi vagi und einer mächtigen Contusion des Zwerchfells gerade an der Stelle, wo das Herz aufliegt. Es musste also den Hemmungsnerven des Herzens und das Zwerchfell eine so mächtige traumatische Einwirkung getroffen haben, dass es zu sogar umfänglichen Blutaustretungen gekommen ist.

Wenn wir erwägen, dass der linke Zeigefinger den blanken Draht der primären Starkstromleitung berührte, während der Getroffene mit der am Rücken markierten Stelle an der eisernen Traverse, also einem guten Leiter, angelehnt war, so können wir in dem so auffälligen Befunde der symmetrischen Blutungen längs der Wirbelsäule, sowie in den Blutergüssen

am Zwerchfell und in den Weichgebilden am Kreuze nichts anderes sehen, als Wirkungen der elektrischen Kraft längs des Weges, den der starke Strom durch den Körper hindurch genommen haben musste. Von mächtigen Stromschleifen waren aber auch, als in dieser Bahn liegend, die Vagi am Halse getroffen worden, was durch die Blutungen daselbst anatomisch nachweisbar ist.

Das Zustandekommen der Blutungen in der hier vorgefundenen Form (siehe Taf. II.) ist leicht durch das verschiedene Leitungsvermögen der Knochen und der Zwischenwirbelscheiben zu erklären. Beim Uebertritt von einem auf einen anderen Körper von verschiedenem Leitungsvermögen äussert sich die Wirkung der Elektricität bekanntlich immer am stärksten. Die Uebersprungsstellen sind bei vom Blitze getroffenen Menschen immer diejenigen Körperstellen, wo die tiefsten Zerstörungen platzgreifen. Wir sehen dies auch bei den starken Strömen, wo die Eintritts- und Austrittsstellen auch dann durch Verbrennungen und Gewebszerreissungen kenntlich sind, wenn der Weg, den der elektrische Strom im Innern des Körpers gemacht hat, auch nicht durch Blutaustritte markiert ist, wie in unserem Falle, in welchem durch die eigenthümliche Art, wie der Getödtete in den Stromkreis eingeschaltet war, der elektrische Strom gezwungen wurde, einen so holperigen Weg einzuschlagen, wie es die aus lauter quer übereinander gestellten, durch verschieden leitende Zwischenlagen unterbrochene Wirbelsäule ist.

Als Zeichen einer mächtigen primären Einwirkung auf das Herz war aber auch an diesem selbst ein Befund vorhanden, der meines Erachtens einer besonderen Erwähnung würdig ist, nämlich eine auffallende Anämie des Herzfleisches. Der Herzmuskel war vollkommen gesund; keine Spur einer fettigen Degeneration konnte bei der sofort vorgenommenen mikroskopischen Untersuchung nachgewiesen werden. Das fahle Aussehen, das von der gesunden braunrothen Färbung aller anderen Muskeln sich auffällig abhob (siehe Bef. Z. 27), war lediglich der Ausdruck der Blutleere. Die Coronarostien standen weit offen; in den durchwegs zarten Kranzgefässen war kein Blut. Man konnte sich bei der Untersuchung des Herzens namentlich im Zusammenhalte mit den Befunden am Vagus und am Zwerchfell der Vorstellung kaum erwehren, als müsste plötzlich der Puls der Kranzarterien und damit die weitere Zufuhr von Blut zum Herzfleisch aufgehoben worden sein. Es ist dies natürlich vollkommen unverbindlich gesagt. Allein ich halte dafür, dass dieses Phänomen einer besonderen experimentellen Untersuchung wert wäre. Vielleicht ist jene gar nicht so seltene traumatische Todesart, die wir als Shocktod bezeichnen, in letzter Linie als eine Lähmung der Herzgefässe aufzufassen?

Für unseren Gegenstand erscheint es wichtig, dass in diesem Falle der Nachweis erbracht worden ist, dass ein elektrischer Strom im Körper mechanische Wirkungen, ähnlich wie ein schweres Trauma hervorzurufen vermag.

6. Beobachtung (2. tödtliche Verunglückung zu Innsbruck).

Am 16. März 1894 verunglückte der 22jährige Otto Würtenberger auf eine S. 41 (4. Beobachtung) näher beschriebene Weise. Er wurde am 17. März von dem Assistenten am pathol. Institute zu Innsbruck, Herrn Dr. v. Hibler, einem früheren Schüler von mir, gerichtlich obduciert. Dieser, in Kenntnis des ersten Falles und meiner Arbeit, hatte über mein Drahtansuchen die grosse Güte, auf meine Wünsche Bedacht zu nehmen und mein geehrter Freund und College Prof. G. Pommer gestattete, das ganze Material dieses Falles mir zur Verfügung zu stellen, wofür ich ihm zu bestem Dank verpflichtet bin.

Der Befund ist folgender:

A. Aeussere Besichtigung.

1. Die vorliegende Leiche ist männlichen Geschlechtes, 174 *cm* lang, kräftig gebaut; allgemeine Decke blass, an den seitlichen und hinteren Körperpartien diffuse bläulichrothe Todtenflecke, an den hinteren Flächen der Waden mehr lividröthliche. Daneben finden sich auch kleinere umschriebene, ebenfalls livid-rothblaue Todtenflecke vor. Das Unterhautzellgewebe ist von mässigem Fettgehalte, die Musculatur ziemlich kräftig entwickelt. An der Rückseite des Körpers im Gebiete zwischen den untersten Theilen der Schulterblätter und über den unteren Rippen zeigt sich die mit diffusen Todtenflecken bedeckte Haut überdies von ziemlich dicht, aber zerstreut liegenden hirse- bis hanfkorngrossen Blutaustritten eingenommen. Etwas spärlicher finden sich solche auch in der Haut der Lenden und über der Lendenwirbelsäule.

2. An der Volarfläche der linken Hand im Gebiete der Falten des zweiten Metacarpophalangealgelenkes des zweiten Fingers, dann am ersten Interphalangealgelenke des dritten Fingers, ferner im Gebiete zwischen dem Metacarpophalangeal- und dem ersten Interphalangealgelenke des vierten Fingers finden sich Defecte in der Oberhaut, u. zw. der am zweiten Finger 7 *mm*, der des dritten Fingers 6 *mm* und der des vierten Fingers 5 *mm* der grössten Ausdehnung nach messend, welche ziemlich scharfe unregelmässige Ränder zeigen. Am Grunde der angegebenen Substanzverluste (in der Epidermis) liegt das am zweiten Finger stark geröthete, an den übrigen Fingern blasse Corium frei. Am Rande der Substanzverluste des dritten und vierten Fingers hängen noch die Fetzen der abgerissenen Epidermis. Im vordersten Gebiete der Hohlhand sowohl am ulnaren wie am radialen Rande quer verlaufende 2—3 *mm* breite und 2—3 *cm* lange Hautbezirke, welche mit bräunlichem Schmutze bedeckt sind, der durch Benetzung mit Wasser und Streichen mit dem Schwamme nicht abwischbar ist. (Rost?) In der Mitte des Gebietes zwischen dem ersten und zweiten Interphalangealgelenke des zweiten Fingers, sowie im Gebiete der Falten des ersten Interphalangealgelenkes des vierten Fingers zeigen sich kleine. hanfkorn- und bis linsengrosse längliche Fleckchen, an denen eine weissliche Verfärbung und Glättung der Epidermis bemerkbar ist. Die angegebenen lichtweisslichen Fleckchen im Gebiete zwischen dem ersten und zweiten Interphalangealgelenke des dritten Fingers sind hirsekorn- und darüber gross und zeigen im Centrum eine grauschwarze Verfärbung. Aehnliche weisse, im Centrum schwarz gefärbte Fleckchen von Hirse- bis Hanfkorngrösse finden sich in der Zahl von fünf, in Form eines Streifens angeordnet, an der Volarseite des Daumens der linken Hand. Der angegebene Streifen liegt am radialen Rande der Volarseite des Daumens und schneidet sich mit dem Rande in einem Winkel von ca. 20°.

3. Die Haut an der Sohle des rechten Fusses ist mit diffusen kleinen, röthlich gefärbten Flecken gezeichnet, die Haut an der Sohle des linken Fusses mit eben solchen grösseren mehr zusammenhängenden Hautabschürfungen oder Blutungen an der Haut der Fussohlen sind nicht vorhanden.

4. Die Kopfhaare sind braun, 2·5 *cm* lang. In der Haut der linken Stirne eine grosse Excoriation mit röthlichbraunem, leicht vertrocknetem Grunde. Die Augenbrauen lichtbraun, die Augen geschlossen, die Pupillen gleichmässig erweitert. Aus der linken Nasenöffnung quillt eine seifenschaumartige, aus der rechten eine ebensolche mit braunrothem Blute gemengte, theils wässerig schaumige, theils schleimige Masse. Barthaare an der Oberlippe sind ca. 1½ *cm* lang und lichtblond; die Lippen geschlossen, livid, lichtröthlichblau. Zwischen den Lippen dieselbe seifenschaumähnliche Flüssigkeit in geringerer Menge angesammelt, welche aus der Nasenöffnung quillt. Die Brust ist mässig gewölbt, das Abdomen leicht vorgetrieben, die Schamhaare lichtbraun, dicht, die Haut des Scrotums besonders in den abhängigen Partien diffus bläulichroth gefärbt. In den Seitenpartien des Halses und des Nackens, desgleichen in den oberen und unteren Schlüsselbeingruben, besonders linkerseits reichliche, theils diffuse, theils mehr umschriebene livide, rothbläuliche Todtenflecke.

B. Innere Beschau.

a) Schädelhöhle.

5. Die weiche Schädeldecke blass. Das Schädeldach ziemlich innig mit der harten Hirnhaut verwachsen, symmetrisch, geräumig, misst im bifrontalen Durchmesser 12·5 *cm*, im biparietalen 15 *cm*, ist bei 5 *mm* dick und ziemlich arm an Diploë. An den oberen seitlichen Partien des Seitenwandbeines die Zwischenknochensubstanz theils fleckig, theils diffus graublau durchschimmernd. Der grosse Sichelblutleiter ist in den vorderen Partien blutleer, in den hinteren mit flüssigem, dunkelrothem Blute gefüllt. Die Innenfläche der Dura mater glatt, im Sinus transversus und Sinus sigmoideus dunkles, rothbraunes, flüssiges Blut. Die weichen Hirnhäute im allgemeinen blass, an der Convexität entlang den grösseren Venen und über den Furchen leicht getrübt. Die Venen derselben, besonders in den mittleren und hinteren Gebieten, mässig mit Blut gefüllt; die Gefässe an der Basis sehr zart, ziemlich weit, von geringem Blutgehalte. Die Seitenkammern nicht erweitert, mit klarer Flüssigkeit gefüllt, die Hirnsubstanz auf der Schnittfläche ziemlich feucht. Aus den kleinen Venen quillt Blut hervor. Die Hirnsubstanz ist ziemlich derb, teigig, die Marksubstanz weissgraulich-blass, die Rindensubstanz grauröthlich gefärbt, die Centralganglien lichtrothbraun. Das Kleinhirn ist blass und feucht. Die Substanz des verlängerten Markes ist ziemlich weich, etwas gequellt und theils diffus, theils kleinfleckig grauröthlich gezeichnet auf lichtgrauweissem Grunde. Die Gegend um den Centralcanal einsinkend und stark lichtröthlichbraun gefärbt.

b) Brust- und Bauchhöhle.

6. Bei Eröffnung der Brust- und Bauchhöhle quillt aus den Venen des Unterhautzellgewebes dunkelrothes Blut hervor. Die Musculatur ist rothbraun gefärbt und etwas feucht. Im kleinen Becken und den beiden Hypochondrien sind je etwa 10—12 *gr* einer klaren, röthlich tingierten Flüssigkeit angesammelt. Das Zwerchfell steht beiderseits am Rande der fünften Rippe.

Die linke Lunge ist an der Spitze angeheftet, die rechte ist im Gebiete des ganzen oberen Lappens ziemlich fest durch Bindegewebsstränge fixiert. Jeder der beiden Brusträume enthält ca. 20 *gr* einer blutig tingierten Flüssigkeit. In der Pleura des seitlichen Randes der linken Lunge sind hanfkorn- bis kaum linsengrosse Blutaustritte und eine Gruppe von ebensolchen in der Pleura an der linken Seite der Wirbelsäule. An der Pleura der Basis des unteren Lappens der rechten

Lunge einzelne zerstreut liegende, kleine Gruppen von hirsekorngrossen, derben, grauweissen Knötchen; am seitlichen Rande der rechten Lunge zahlreiche hanfkorn- bis linsengrosse Blutaustritte. Die Pleura beider Lungen milchig, matt getrübt und leicht verdickt.

7. Im Herzbeutel etwa 20 *gr* seröser Flüssigkeit. Das Herz in beiden Ventrikeln schlaff und in Dilatationsstellung. 2 *cm* oberhalb der Wurzel der Pulmonalarterie im Pericardium einige kleine stecknadelkopfgrosse Blutaustritte.

8. An der Zunge lichtbraun gefärbtes, stark abschilferndes Epithel; der Kehlkopfeingang frei; im rechten Sinus pyriformis wässerige, braunröthliche, schleimige Flüssigkeit und ein Fetzen der Oberhaut einer Frucht. Die Schleimhaut des Rachens stark geröthet. Die Tonsillen über haselnussgross, grauröthlich gefärbt; die Papillen am Zungengrunde stark geschwellt.

9. Im Zellgewebe um die grosse Brustschlagader und Speiseröhre mehrere theils fleckige, theils streifige Blutaustritte.

10. In der Speiseröhre wenig schleimige, wässerige, graubräunliche Flüssigkeit. Die Schleimhaut blass; die Schleimhaut des Kehlkopfes geröthet. In der Trachea ein längliches über bohnengrosses Gebilde, bestehend aus Speiseresten; kleinere ähnliche Bröckeln von Speiseresten finden sich ca. 4 *cm* oberhalb der Theilung der Trachea neben schleimiger, wässeriger Flüssigkeit. In den grösseren Bronchien sind keine Speisereste vorfindlich. Die Schleimhaut der Trachea ist geröthet. In den grösseren Bronchien beider Lungen ist mit Blut vermengte, schleimig wässerige Flüssigkeit angesammelt. Die Schleimhaut der Bronchien düster geröthet.

11. Die linke Lunge ist an der Schnittfläche besonders in den hinteren und unteren Partien dunkelrothbraun gefärbt, die Schnittfläche feucht. Aus dem Gewebe der Lunge ist ziemlich reichliche, mit feinen Schaumblasen vermengte, wässerige Flüssigkeit und Blut ausdrückbar. Im oberen Lappen der rechten Lunge u. zw. im hinteren unteren Theile an der Spitze je eine etwa haselnussgrosse Höhle (Caverne), welche mit einer graugelblichen weichen Masse in dünner Schichte ausgekleidet ist. Gleichmässig über die Schnittfläche des ganzen Oberlappens dieser Lunge locker zerstreute, kleine, hanfkorn- bis linsengrosse, derbe, grauröthliche Infiltrate. Zwischen den Höhlen und Infiltraten vielfach derbe, strahlige, verdickte Bindegewebszüge. Die Pleura ist im angegebenen Verwachsungsgebiete vielfach verdickt und mit Bindegewebsmembranen besetzt; die Spitze und die hinteren Partien des Oberlappens sind an mehreren Stellen ziemlich tief narbig eingezogen. Der Unterlappen zeigt sich auf der Schnittfläche röthlichbraun, ziemlich feucht, und lässt durch Druck ziemlich viel seröse Flüssigkeit ausdrücken. Das Lungengewebe ziemlich dicht. Die Lymphdrüsen an der Theilung der Trachea graubraun gefärbt, weich und etwas geschwellt.

12. Das Herz misst der Länge nach 12 *cm*, in der Breite 11·5 *cm* und in der Dicke 4·5 *cm*. Es ist mässig mit Fett bewachsen. Im rechten Herzen dunkles, flüssiges Blut. Das linke Ostium atrio-ventriculare für zwei, das rechte für drei Finger durchgängig. Die zwei- und dreizipfligen Klappen sind zart, dünn und blass. Die Klappen an den arteriösen Ostien schliessen. Der Conus der Pulmonalis ist etwas erweitert, desgleichen die Taschenklappen der Aorta. Die Ostien der Coronararterien ziemlich weit, die Intima aortæ über denselben fleckig-streifig verdickt und gelblich gefärbt. Der Herzmuskel misst im rechten Ventrikel 4—7 *mm*, im Conus der Pulmonalis bei 5 *mm*; der linke Herzmuskel ist 12—15 *mm* dick, das Herzfleisch blass, röthlichbraun gefärbt, verhältnismässig leicht zerreisslich.

13. Schilddrüse in beiden Lappen über hühnereigross, links von einem, rechts von zwei taubeneigrossen Adenomknoten eingenommen.

14. Die Gedärme mässig weit, theils röthlich, theils grünlich-gallig gefärbt. Der Dickdarm durch Gase aufgetrieben. Im Dünndarme gallig gefärbter reichlicher Schleim,

der stellenweise mit Speisebrei vermengt ist. Die Schleimhaut blass, im untersten Ileum braungrün gefärbte Inhaltsmassen. Die Schleimhaut daselbst ebenfalls leicht gallig imbibiert. Im Dickdarm theils weiche, theils etwas consistentere grünbräunliche Inhaltsmassen; an der Schleimhaut desselben hirsekorn- bis stecknadelkopfgrosse, geschwellte Follikel. Die Schleimhaut im übrigen blass. An der Wurzel des Dünndarmmesenteriums die Chylusgefässe vielfach als grauweissliche Stränge sichtbar. Im Zwölffingerdarm graugelblicher, wässerig-schleimiger, gallig gefärbter Inhalt.

15. Der Magen mit ca. 1 *l* einer säuerlich riechenden, weich-breiigen, graugelblichgrün gefärbten Inhaltsmasse erfüllt. Die Schleimhaut im Fundus leicht geröthet, im Pylorustheile blass; entsprechend den Venen ziemlich stark auffallend braungrünliche Verfärbung im Form eines grobmaschigen Netzes. An der kleinen Curvatur in der Schleimhaut in einem Gebiete von ca. 5 *cm* Länge und 2 *cm* Breite zahlreiche kleinste Blutaustritte. Im Pylorustheile die Schleimhaut durch ziemlich dichte, ungleichmässig zerstreute, zahlreiche, kaum stecknadelkopfgrosse Follikelschwellungen auffällig.

Die Milz misst der Länge nach 13, der Breite nach 7·5 und in der Dicke 3 *cm*. Ihre Kapsel ist glatt, leicht verdickt. Die Pulpa mässig reich, das Stroma etwas vermehrt, das Parenchym röthlichbraun gefärbt.

Die Bauchspeicheldrüse grauröthlich, ziemlich derb und groblappig.

Die Leber von entsprechender Grösse, die Kapsel glatt, ihre Ränder scharf. Die Leber auf der Schnittfläche theils braunröthlich, theils braungrün bis schwarz gefärbt. Das Parenchym auf Fingerdruck ziemlich leicht zerreisslich.

16. Das Gewebe der Hoden weich, grauröthlich gefärbt. Die Nieren von entsprechender Grösse, ziemlich derb. Ihre Fettkapsel arm an Fettgewebe. Die Oberfläche sowie die Schnittflächen vollständig glatt, röthlichbraun gefärbt, in den Pyramiden bedeutend blaubraunroth. In der Harnblase etwa 300 *gr* eines klaren, gelbbräunlichen Harnes, die Schleimhaut blass. Desgleichen die der Ureteren.

Im Rectum weiche, geballte, braungrünliche Fäcalien; die Schleimhaut blass.

Die Nebenieren von gewöhnlicher Grösse, ihr Parenchym in den Randtheilen gelbröthlich, in den centralen Partien grau gefärbt.

Die Aorta misst im Brusttheile im Umfange 4 *cm*; ihre Intima ist vollständig glatt; die Bauchaorta misst oberhalb des Abganges der Nierenarterien 34 *mm*, über der Theilung in die Iliacæ 30 *mm*.

c) Rückenmark.

17. Im lockeren Zellgewebe an der Aussenfläche der Dura in der Höhe des zweiten Halsnerven ein fleckiger, circa 1 *cm* in seiner grössten Ausdehnung messender Blutaustritt. Die Pia des Rückenmarkes blass; im oberen Theile ihre Venen theils leer, theils mässig gefüllt; in der unteren Hälfte, besonders im Lendenmark, die Venen stark mit Blut gefüllt, geschlängelt und erweitert. Im Halsmark die weisse Substanz blass, leicht gequollen, auf der Schnittfläche feucht glänzend und etwas über die Ränder überquellend. Die graue Substanz der Vorder- und Hinterhörner und die Commissura media scharf begrenzt und röthlichgrau gefärbt. Ebenso verhält sich der Dorsaltheil des Rückenmarkes. Im oberen Theile des Lendenmarkes die scharfe Begrenzung der grauen Substanz etwas verwischt, im untersten Theile wieder deutlich und scharf durch ihre grauröthliche Farbe von der blassen weissen Substanz abgehoben.

18. Am linken Oberarm, entlang der Scheide der grossen Gefässe und Nerven, mehrere kleine, bis linsengrosse Blutaustritte. Ein grösserer von der Ausdehnung eines Kreuzerstückes unter der Muskelscheide des Biceps an seinem vorderen Rande, etwa 5 *cm* unterhalb des Rabenschnabelfortsatzes.

Der vorliegende Fall gleicht in allem Wesentlichen so sehr dem vorangehenden, dass hier nur wenig bemerkt zu werden braucht. Auch

hier ist Lungenödem die nächste, fassbare Todesveranlassung. Im übrigen sind die Zeichen der Erstickung noch deutlicher ausgeprägt, als im früheren Falle. Wieder ist das Blut allenthalben flüssig und besonders dunkel gefärbt, es ist in den Thoraxorganen übermässig angehäuft, und es sind zahlreiche Erstickungs-Ecchymosen an der Haut, der Pleura, am Pericard, an der Magenschleimhaut und Blutungen um die absteigende Brustaorta herum vorhanden. Die Befunde am centralen Nervensystem müssen sowohl in diesem, wie im erstem Falle als negative bezeichnet werden.

Sehr schön und charakteristisch waren die dünnen, einen schräg über die Volarseite der Finger der linken Hand verlaufenden Streifen darstellenden Brandeffecte, welche theils aus geborstenen oder nicht geborstenen Bläschen, theils aus blossen Epithelnekrosen durch Versengung der Epidermis bestanden. An den verbrannten Epidermisfetzen befanden sich auch, förmlich hineingebrannt, Splitter des Drahtes.

Interessant ist noch der Befund von Blutungen entlang der Scheide der grossen Gefässe und Nerven am linken Vorderarm und im zweiköpfigen Muskel, wohl auch eine strekenweise traumatische Wegmarkierung des elektrischen Stromes.

Ich bin überdies geneigt, die im Befund unter 3. beschriebenen eigenthümlichen Verfärbungen an den Fussohlen in Form von kleinen röthlichen Flecken als ebenso viele zerstreute Austrittsstellen des elektrischen Stromes zu halten. Wenigstens würde die Situation, in welcher sich W. im Augenblicke der Verunglückung befunden hat, dies im höchsten Grade wahrscheinlich machen. W. stand mit offenbar nassem Schuhwerk — es hatte eben erst so stark geschneit, dass durch den Schneedruck der verhängnisvolle Telephondraht an der oberirdischen Starkstromleitung gerissen war — am Boden, als er den Draht mit der linken Hand erfasste, um ihn beiseite zu legen, so dass es auf dem Wege der Erdleitung zur Herstellung eines Kurzschlusses kam. Ein gewissermaassen büschelförmiges Austreten des Stromes aus dem Körper ist schon beobachtet worden. Besonders lehrreich ist in dieser Hinsicht der Fall von Friedinger[1]), wo bei einem in Wiener-Neustadt verunglückten Manne an zahlreichen Körperstellen Veränderungen vorgefunden wurden, die als ebenso viele Austrittsstellen des Stromes angesehen werden mussten.

Als der Getroffene unter dem seinem Begleiter geltenden Rufe: „Reiss mich los!“ hingestürzt und infolge des Krampfes nicht imstande war, den Draht loszulassen, wohl auch schon das Bewusstsein verloren hatte, war er durch die Kleider von der Erde isoliert, so dass er nun in der Art eines Conductors geladen werden musste, woraus sich die Thatsache erklärt, dass nicht nur sein Begleiter, sondern auch der erst später hinzu-

---

[1]) Dr. Karl Friedinger, Ein Fall von Tod durch Einwirkung des elektrischen Stromes. Wien. Klin. Wochenschr. 1891, Nr. 48.

gekommene Gastwirt N., als sie die Hände des Verunglückten anfassten, selbst starke elektrische Schläge verspürten.

7. Beobachtung. (Tödtliche Verunglückung zu Weiz in Steiermark.)

Befund,

aufgenommen von mir im Vereine mit Herrn Collegen L.-G.-Arzt Dr. Kautzner in Weiz bei Graz am 19. Juni 1894 über die gerichtliche Leichenöffnung des am 18. Juni 1894 zwischen 9—10 Uhr vormittags in der Schmiede des Herrn Mosdorfer durch den elektrischen Strom getödteten 18jährigen Alois Moser. Die Art der Verunglückung ist aus der S. 40 (Beob. 2) gegebenen Beschreibung, sowie aus der Skizze Fig. 3 zu ersehen.

A. Aeussere Besichtigung.

1. Körper dem Alter von 18 Jahren entsprechend gross, kräftig gebaut, muskulös. Todtenstarre an allen Muskeln in sehr starkem Maasse entwickelt. Die Haut bläulichroth verfärbt, besonders über dem Rücken, zu beiden Seiten des Rumpfes und über den Oberschenkeln; an den unteren Extremitäten ist die sogenannte Gänsehaut stark ausgeprägt.

2. Ausser einigen älteren und unbedeutenden kleinen Hautwunden und Narben (Schmied) finden sich nachfolgende frische Verletzungen vor:

a) Ueber dem Mittelhandfingergelenke des rechten Zeigefingers an der Radialseite eine 1·5 *cm* lange und 0·5 *cm* breite, bis zur Gelenkskapsel reichende Hautwunde, wobei die Epidermis blasenförmig abgehoben ist und in der Mitte wie versengt aussieht. Reactionserscheinungen sind in der Umgebung nicht nachweisbar. Die Wundfläche selbst sieht gleichfalls wie versengt aus; die freiliegende Epidermis ist vertrocknet, von bräunlicher Farbe.

b) Am Rücken des linken Fusses ist über dem ersten Keilbeine nahe dem medialen Rande des Vorderfusses eine hellergrosse Blase der Oberhaut, welche in der Mitte geborsten erscheint und mit blutiger Flüssigkeit erfüllt ist. Der blossgelegte Papillarkörper erscheint im Centrum in der Ausdehnung einer Linse vertieft und wie versengt.

3. Kopf von gewöhnlicher Form und Grösse; Haare kurz geschnitten, kraus, zeigen keine Verbrennung. Gesicht länglich, Augen geschlossen, Sehloch beiderseits gleich und über mittelweit. Nasen und Mundhöhle frei von Fremdkörpern. Zunge blass und hinter den fest aneinandergeschlossenen Zahnreihen gelagert. Beim Wenden der Leiche ergiesst sich aus dem Munde eine blutige Flüssigkeit.

4. Hals- und Brustkorb kräftig gebaut; Bauchdecken stark gespannt, ein wenig kugelig vorgewölbt. Aus der Harnröhrenmündung sickert eine fadenziehende, glashelle Flüssigkeit. (Spermaerguss.) An den Extremitäten ausser den beschriebenen Verbrennungen nichts Abnormes vorfindlich. Anderweitige Verletzungen oder auffallende Veränderungen äusserlich nicht vorhanden.

B. Innere Untersuchung.

5. Kopfschwarte blutreich, in der linken Scheitelhöckergegend befindet sich eine halbhandtellergrosse Blutbeule. Schädelknochen dickwandig, blutreich; in den Blutleitern der harten Hirnhaut ist sehr viel auffallend dunkel gefärbtes und flüssiges Blut angesammelt.

6. Die zarten Hirnhäute blutreich; einzelne Gefässchen erscheinen stärker eingespritzt, und in deren Umgebung ist hie und da etwas ins Gewebe ausgetretenes Blut in Form von flachen, rundlichen nicht sehr scharf abgegrenzten Blutflecken vorhanden.

7. Das Gehirn im allgemeinen von gewöhnlicher Beschaffenheit, nur ist dasselbe blutreicher, und sind auch hier viele Gefässe auffallend stark eingespritzt. In den

Gehirnkammern klares Serum; am Boden der vierten Kammer in der Rautengrube ist eine sehr starke Gefässinjection vorhanden und sind daselbst längs der Gefässchen hie und da auch ganz kleine streifenförmige, oberflächliche Blutaustretungen vorfindlich. In der Substanz des verlängerten Markes makroskopisch sonst keine Veränderung nachweisbar. (Das verlängerte Mark wird behufs nachträglicher morphologischer Untersuchung in Müller'sche Flüssigkeit gegeben.)

8. Zwerchfell beiderseits am unteren Rand der fünften Rippe stehend. Die Zunge unverletzt; in der Mund- und Rachenhöhle blutig-schaumige Flüssigkeit; auch der Kehlkopf und die Luftröhre sind mit der gleichen Flüssigkeit erfüllt. Die Speiseröhre leer, ihre Schleimhaut blass.

9. Die Schleimhäute der oberen Luftwege in nach abwärts zunehmender Intensität geröthet und injiciert; an den Oeffnungen der Schleimdrüschen in der Trachea hängen kleinste Pfröpfchen von ausgepresstem Schleim. Die Schilddrüse ist mässig vergrössert, blutreich.

10. Beide Lungen nahezu vollkommen frei, nur die rechte vorne locker zellig angeheftet. Dieselben sind sehr voluminös, die Ränder vorne abgerundet und in der oberen Brustapertur zusammenstossend; sie collabieren nicht; die Pleura ist glatt und glänzend, an der Oberfläche und in den Interlobarspalten ziemlich viele frische, scharfumschriebene, bis linsengrosse, flache, subpleurale Blutaustretungen (Ecchymosen) vorfindlich. Das Gewebe ist im ganzen Umfange lufthältig, strotzend mit Blut überfüllt, das. mit reichlichen Schaumblasen untermischt, sich in grosser Menge über die Schnittflächen ergiesst. Die Schleimhaut der Bronchien ist düster geröthet und deren Gefässe stark eingespritzt.

11. Im zarten Herzbeutel klares Serum, das linke Herz ganz fest zusammengezogen, das rechte etwas ausgedehnt; das Pericard zart und glänzend. Sowohl an der Vorderfläche des Herzens längs der Gefässe, wie auch an der hinteren Fläche punktförmige und streifenförmige, dunkelbraunrothe Blutaustretungen vorhanden (Ecchymosen). Das Herzfleisch kräftig, braunroth, fest, derb, Klappen zart und schlussfähig. (Das Herz wird für spätere Untersuchungen in Alkohol conserviert.) In den Herzhöhlen und grossen Gefässen, namentlich rechts, viel dunkelflüssiges Blut, aber keine Gerinnungen vorfindlich. Im Zellgewebe um die Brustaorta, sowie in der Adventitia derselben viele bis linsengrosse Blutaustretungen.

12. Die Unterleibsorgane wie gewöhnlich gelagert. Netz zart, wenig fetthältig. Die Milz entsprechend gross, ihre Kapsel gerunzelt, blut- und pulpareich. Die Leber von entsprechender Grösse, ihre Kapsel zart, glänzend, glatt; das Parenchym derb, rothbraun, in gewöhnlicher Weise brüchig; in der Gallenblase flüssige, dunkelgrünschwarze Galle.

13. Beide Nieren gross, das Gewebe in ganz ungewöhnlicher Weise mit Blut überfüllt, die Schleimhaut der Kelche und des Beckens geröthet, stark injiciert und mit vielen kleinsten punktförmigen Blutaustretungen besetzt. Die Harnleiter gut durchgängig, die Blase ein wenig ausgedehnt, enthält etwa 50 *gr* hellen Harnes. Die Harnröhre mit Samenflüssigkeit erfüllt. Die Samenbläschen strotzend von Sperma; die Testikel prall, gross, saft- und blutreich.

14. Der Magen, im mittleren Grade ausgedehnt, enthält ziemlich viel dicken, grün gefärbten Speisebrei (Salat), die Schleimhaut wie gewöhnlich beschaffen; an der kleinen Curvatur und dem hinteren Blatte des Magens etwas stärkere Injection der Schleimhaut und einzelne kleine streifige Blutaustretungen vorhanden.

15. Dünn- und Dickdarm enthalten reichliche Mengen gewöhnlich beschaffenen Inhaltes; die Schleimhaut derselben leicht geröthet; Lymphgefässchen mit Milchsaft erfüllt. Die Gekrösdrüsen saftreich. Die Bauchspeichldrüse blutreich, sonst von gewöhnlicher körniger Beschaffenheit. Rückenmarkscanal nicht eröffnet.

In diesem Falle treten die Erstickungsbefunde in einer besonders scharfen Weise hervor. Zunächst sei festgestellt, dass es hier nicht zur Entwicklung eines Oedems der Lungen gekommen ist. Ob ein solches zustande kommt oder nicht, hängt sichtlich davon ab, ob der Tod sehr rasch, etwa innerhalb von ein bis zwei Minuten, eintritt oder erst nach etwas längerer Zeit in Form einer sogenannten protahierten Erstickung zustande kommt, so dass während der Periode einer höchst insufficienten Athem- und Herzthätigkeit zu der ja auch nur kurz dauernden Ausbildung eines wahren Lungenödems die Zeit vorhanden ist. Neben der Hypervenosität des durchwegs flüssigen Blutes und den venösen Stauungen in den Organen des Thorax waren namentlich auffallend schöne Ecchymosen an der Pleura, dem Pericard und um die Brustaorta vorhanden.

Eine besondere Erwähnung verdient der Gehirnbefund. Sowohl die Meningen, wie die Gehirnsubstanz waren sehr blutreich, ja blutüberfüllt; an den weichen Hirnhäuten über den Grosshirnhemisphären hie und da flache fleckenartige Blutaustretungen. In der Rautengrube waren nebst sehr starker Gefässinjection einzelne streifenförmige Blutaustritte im Ependym des vierten Ventrikels vorhanden. Es ist dies ein Befund, wie er auch von Mac Donald bei zwei elektrisch Justificierten — William Kemmler und Schichiok Jugigo — gefunden worden ist.[1]) Wenn aber Mac Donald diesen Befund zu generalisieren geneigt ist und darin, sowie in capillären Hämorrhagien, die sich vereinzelt im Bulbus vorfanden, die anatomische Begründung des elektrischen Todes sieht, so muss ich dem auf das entschiedenste widersprechen. Ganz abgesehen davon, dass diese Befunde nur ausnahmsweise beobachtet wurden, sind die anatomischen Läsionen als solche zu geringfügig, um den Tod herbeizuführen. Für mich sind diese allerdings sehr wichtigen und interessanten, leider nicht regelmässigen Befunde nur der Ausdruck dafür, dass das elektrische Trauma mitunter so stark ist, dass es entweder infolge eines übermächtigen Gefässkrampfes oder durch gewaltsame Verschiebungen des Liquor cerebro-spinalis oder durch das Zusammenwirken beider Momente nebst vielen anderen Orten mitunter auch in der allerdings lebenswichtigen Region der Rautengrube zu kleinen Blutgefässzerreissungen kommt. Es beweisen diese Befunde aber allerdings, dass diejenige Gehirnpartie, welche für den Eintritt des Todes nach elektrischen Einwirkungen zweifellos von ausschlaggebender Bedeutung ist, wohl ausnahmslos in mächtiger Weise betroffen wird.

Wenn ich sohin die Leichenbefunde aufgrund der Beobachtungen an Menschen kurz zusammenfasse, so kann darüber Folgendes gesagt werden:

---

[1]) The Death Penalty by Electricity. New-York Medical Journal, 14. Mai 1892.

1. Ausnahmslos sind die der Erstickung zukommenden Allgemeinbefunde in meist sehr charakteristischer Weise vorhanden, wobei es in den Lungen, wie es scheint nicht selten, bis zur Entwicklung eines wirklichen Oedems kommt.

2. Die Befunde im centralen Nervensystem sind in der Regel negativ; nur in einzelnen Fällen bekunden kleine punkt- und streifenförmige Blutaustretungen in den Wandungen des vierten Ventrikels oder in den Meningen eine mächtige traumatische Einwirkung auf das Gehirn durch den elektrischen Strom.

3. Mitunter ist der Weg, den der elektrische Strom im Körper genommen hat, durch Blutungen bezeichnet, welche sich insbesondere an den Scheiden der grossen Gefässe und Nerven finden können.

4. Ausnahmslos sind die Eintrittsstellen und wohl auch immer die mitunter mehrfachen Ausgangsstellen durch Verbrennungen der verschiedensten Grade gekennzeichnet, von denen besonders die ersteren durch ihre Lage und Beschaffenheit die anatomische Diagnose wohl immer sichern und deswegen von grösster Bedeutung sind.

2. Untersuchungen an Thierleichen.

Ich habe alle Versuchsthiere, welche bei meinen Versuchen getödtet worden sind, auch obduciert. Wiederholt fand die Section unmittelbar nach der Tödtung im lebenswarmen Zustande statt, so dass einigemale selbst noch Bewegungen des Herzens nach der Eröffnung des Thorax beobachtet worden sind. Die Wichtigkeit solcher ergänzender Untersuchungen an frisch getödteten Thieren, wo auch die geringste Fäulnisveränderung in Wegfall kommt, bedarf wohl keiner weiteren Begründung. Ueber die Ergebnisse dieser Thierobductionen will ich gleich im unmittelbaren Anschlusse an die Eröterung der Leichenbefunde bei Menschen unter Bezugnahme auf die später folgenden wenigen Befunds-Protokolle, deren Mittheilung mir nothwendig erschien, in Kürze berichten.

Dieselben sind zweifacher Art, nämlich negativ oder positiv, d. h. es sind entweder nur allgemeine Veränderungen ohne anatomisch nachweisbarer Todesursache gefunden worden, oder es waren schwere anatomische Veränderungen von solcher Art vorhanden, welche allerdings geeignet schienen, den Tod zu begründen.

Ueber die erste Gruppe ist nur wenig zu sagen. Es handelt sich dabei durchwegs um Befunde, welche ganz mit jenen übereinstimmen, wie wir sie beim Menschen kennen gelernt haben. Abgesehen von den selbstverständlichen Verbrennungen verschiedener Grade an den Applicationsstellen, die mitunter am Schädel bis zum Durchbrennen der knöchernen Schädelkapsel in die Tiefe sich erstreckten, fanden sich typische Erstickungszeichen. In mehreren Fällen waren besonders schön entwickelte und sehr zahlreiche subpleurale und subpericardiale, in einem

Falle auch ausserordentlich zahlreiche subendocardiale Ecchymosen vorhanden, dazu in allen Fällen jener blutig-schaumige Inhalt des Bronchialbaumes, der für die mechanische Erstickung der Thiere so charakteristisch ist. (Als Beispiele dieser Art dienen die folgenden mit Nr. I, II, III bezeichneten Befunde.) Wenn man von den Verbrennungen abgesehen hätte, so würde man in diesen Fällen nach dem Obductionsergebnisse sicher die Diagnose „Erstickung" gestellt haben. Bei ihnen allen waren auch wenigstens die makroskopischen Befunde am Gehirn, sowie am Rückenmark negativ.

Es verdient noch hervorgehoben zu werden, dass bei den elektrisch getödteten Thieren die Todtenstarre rasch eintrat, höchstgradig entwickelt und von ungewöhnlich langer Dauer war. Besonders beweisend für dieses Verhalten ist die Thatsache, dass bei einer Katze (Vers. 40, Obd. Nr. II) selbst am zweiten Tage nach der Obduction noch hochgradige Starre aller Muskeln vorhanden war. Bei diesem Thiere, welches erst der zweiten Application des Stromes erlegen ist, war auch noch eine acute Erweiterung der Lungen, ein acutes Lungenemphysem, gefunden worden.

In einer kleineren Zahl von Fällen, für welche die unter Nr. IV und V wiedergegebenen Befunde als prägnanteste Beispiele dienen mögen, kam es zu so schweren anatomischen Veränderungen am Gehirne und seinen Häuten, dass eine greifbare materielle Todesveranlassung vorzuliegen scheint.

Bei einem Kaninchen (Vers. 32, Obd. Nr. IV) war eine mächtige subdurale und intermeningeale Blutung, welche über die Grosshirnoberfläche sowohl wie an der Schädelbasis verbreitet war, vorgefunden worden. Das intermeningeale Blutextrasat war vornehmlich über der rechten Grosshirnhemisphäre ausgebreitet, welche überdies an der grössten Convexität in einiger Ausdehnung oberflächlich zertrümmert war. Das Thier war nicht sogleich todt, sondern ist unter stetig zunehmenden Lähmungserscheinungen (Hirndrucksymptomen) etwa sechs Stunden nach der Einwirkung gestorben. Der Tod war also nicht als unmittelbare Folge des elektrischen Schlages, sondern secundär als Folge der durch diesen bewirkten Gehirnverletzung aufgetreten. (Siehe Taf. III, Fig. 1, 2, 3.)

Ein ähnlicher Befund war bei einem Hunde (Vers. 38, Bef. Nr. V) vorgefunden worden, der nach dreimaliger Stromapplication sofort todt geblieben ist. Bei diesem Thiere waren neben sehr zahlreichen, auch am Endocard vorhandenen Erstickungsecchymosen linkerseits ein grosses Haematoma durae matris externum, intermeningeale Blutungen und oberflächliche Zertrümmerungen der Grosshirnhemisphäre an zwei Stellen vorhanden, welche zwei verschiedenen Ansatzstellen der Elektrode genau entsprachen, wie auch bei dem Kaninchen die contusionierte Gehirnpartie unterhalb einer durchgebrannten Anlagestelle sich befand. Ausserdem

war hier auch noch eine Blutaustretung am Boden der Rautengrube vorhanden. (Vergl. Taf. III, Fig. 4 und 5.)

Man könnte sich sehr leicht verleiten lassen, solche sinnenfällige Befunde zu generalisieren und darin eine Lösung des Problems zu sehen, wie es Richardson thatsächlich gethan hat, als er experimentell durch sehr starke Entladungsströme eine Berstung des Gehirnventrikels erzeugte. Im Lichte einer grossen Zahl von Versuchen und im Zusammenhalte mit den Leichenbefunden am Menschen erscheinen diese Befunde als Ausnahmen von der Regel, die negative Gehirnbefunde ergibt. Sie sind, wie die genaue Untersuchung gezeigt hat, hervorgerufen worden durch die tiefgreifende örtliche Verbrennung, welche selbst noch den Knochen betroffen und zur Berstung der unmittelbar darunter liegenden Dura- und Meningealgefässe Anlass gegeben hat. Sie sind überdies ein neuer Beweis für die gewaltige mechanische Wirkung der elektrischen Starkströme, besonders bei querer Durchleitung durch den Schädel.

Diese experimentell erzeugten Gehirnzerreissungen sind aber, sowie der Richardson'sche Befund, besonders wertvoll für die Erklärung gewisser Blitzwirkungen, jener nämlich, wo es gleichfalls zu anatomischen Läsionen im Gehirne, zu intercraniellen Blutergüssen, Gehirnhämorrhagien und -Contusionen kommt. Es ist interessant, dass nicht nur die Entladungsschläge der statischen Elektricität, sondern in gleicher Weise auch die elektrischen Ströme bei grosser Potentialdifferenz (hoher Spannung) starke, zerreissende Wirkungen hervorbringen können. Es spricht dies weiter dafür, dass zwischen der Wirkung des Blitzes und elektrischer Ströme nur ein quantitativer, aber kein qualitativer Unterschied besteht.

Als weiteren Beweis für die Richtigkeit des Gesagten muss ich noch anführen, dass es in einem meiner Experimentalfälle (Bef. Nr. V) auch zu einer Zerreissung der Lunge gekommen ist, sowie auch beim Blitztod Rupturen anderer innerer Organe ab und zu beobachtet worden sind.

Nr. I. Obd.-Befund zu Vers. 33. (Hund.)

Section 6½ Stunden nach der Tödtung, die blitzähnlich erfolgt war (vergl. oben), ausgeführt.

Todtenstarre allgemein und hochgradig. Die Applicationsstelle am Thorax zeigt nur eine geringe oberflächliche Verbrennung der Haut. An der rechten Wangenschleimhaut rückwärts eine etwa erbsengrosse, weiss verschorfte Stelle, sonst in der Mundhöhle, der Applicationsstelle der zweiten Elektrode keine Veränderungen. Am Rücken der Zunge findet sich eine kleine Risswunde (Biss) der Schleimhaut.

Unterhautzellgewebe fettreich; in diesem unterhalb der Applicationsstelle keine Blutaustretungen vorfindlich. Venen am Halse strotzend mit Blut gefüllt.

Die harte Hirnhaut mässig blutreich; an den inneren Hirnhäuten sind nur die venösen Gefässe etwas stärker mit Blut versehen, sonst sind die Meningen blass und zart. Das Grosshirn zeigt einen auffallend geringen Blutgehalt; auf den Durchschnitten erscheinen nur hie und da ganz kleine Blutpünktchen, welche ausnahmslos wegwischbar

sind. (Keine Capillarhämorrhagien.) Kleinhirn. Pons. Medulla oblongata und Rautengrube sind ohne jede makroskopisch nachweisbare Veränderung; auch diese Partien zeigen auffallend geringen Blutgehalt.

Schleimhaut der Speiseröhre und des Kehlkopfs blass, jene der Luftröhre nach der Tiefe zu ganz leicht geröthet. In der Luftröhre und ihren Aesten ist bis tief in das Lungengewebe hinein eine reichliche Menge einer seifenschaumähnlichen, zähflüssigen Masse vorhanden. Die Lungen ziemlich blutreich, sehr feucht; über die Schnittfläche quillt eine reichliche Menge feinschaumigen Serums.

Herz contrahiert, Herzfleisch braunroth, in den Ventrikeln wenig flüssiges, in den Vorhöfen neben dunkelflüssigem auch locker geronnenes Blut. Das Endocard zart. Die grossen Gefässe, namentlich die Hohlvenen strotzend mit Blut erfüllt. An den Organen der Bauchhöhle keine Veränderungen vorfindlich.

Nr. II. Obd.-Befund zu Vers. 40. (Katze.)

Gewicht 2100 *gr*, Abstand der Elektroden 57 *cm*. Hochgradige Todtenstarre, welche selbst bei dem schon secierten Thiere noch durch 2 Tage angedauert hat. An den Applicationsstellen sind nur sehr geringe Veränderungen vorfindlich. Die Epidermislage sieht namentlich an den Hinterpfoten wie gebügelt aus. Beim Einschneiden gewahrt man im Unterhautzellgewebe daselbst eine stärkere Injection in Form eines halbmondförmigen, rosenrothen Hofes, welcher die Lederhaut umsäumt. Dies ist, wie die Loupenuntersuchung zeigt, durch Gerinnung des Blutes in den erweiterten Blutgefässen bedingt.

Die Schleimhaut der Trachea sehr stark geröthet, injiciert, mit etwas seifenschaumartigem Schleim belegt. Die Injection nimmt nach abwärts zu und ist sehr hochgradig in den Aesten des Bronchialbaumes der Lungen. Daselbst erscheinen vielfach den Ausführungsgängen der Schleimdrüschen noch anhaftende graue Schleimpfröpfchen.

Die Lungen theils hellroth, theils dunkler gefärbt, sind ziemlich voluminös; einzelne Theile derselben, namentlich die Oberlappen sind sehr stark aufgetrieben, wie gewaltsam erweitert, die Alveolen als stark gespannte Bläschen über das Niveau vorspringend; die Ränder abgerundet. Bei Druck knistern diese Stellen sehr stark (acutes Emphysem). An der Pleura pulmonalis einzelne isoliert stehende, bis hirsekorngrosse Ecchymosen; an anderen, namentlich über den erweiterten Stellen finden sich kleinste aggregierte capilläre Blutungen des Pleuraüberzuges vor. Der Blutgehalt der Lungen erscheint grösser. Das allenthalben lufthältige Gewebe ist an vielen Stellen trocken, in den untern und hintern Partien feuchter, daselbst kommt bei Druck eine feinschaumige Flüssigkeit aus den Schnittflächen hervor (beginnendes Oedem).

Der Herzbeutel ungemein zart, daselbst keine, am visceralen Blatte des Pericards dagegen einzelne kleine punktförmige Ecchymosen vorfindlich. Das Herz contrahiert, das Endocard zart, hier keine Blutaustretungen wahrnehmbar. Im rechten Herzen ist das Blut ziemlich stark schaumig (mit Luftblasen durchsetzt), dagegen im linken Herzen nur in geringem Grade mit Gasblasen gemengt. In allen Herzhöhlen finden sich lockere Blutgerinnungen vor.

Die grossen arteriellen Blutgefässe enthalten nur wenig flüssiges Blut, die grossen Venen des Körpers sind dagegen strotzend mit dunkelflüssigem Blute erfüllt, das keine oder nur spärliche Gasbläschen enthält.

An den Unterleibsorganen werden keine Veränderungen angetroffen.

Gehirn und Rückenmark, durch sorgfältige Abtragung des knöchernen Schädelgehäuses und Abstemmung der Wirbel von rückwärts seinen Höhlen gemeinsam entnommen, werden behufs mikroskopischer Untersuchung in Müller'sche Flüssigkeit gegeben. Die äussere Besichtigung des Gehirnes und seiner Häute, sowie des Rückenmarkes hat keine makroskopisch erkennbare Veränderung auffinden lassen.

Nr. III. Obd.-Befund zu Vers. 42. (Kaninchen.)

Gewicht 3250 *gr*, Abstand der Elektroden: Fuss—Bauch 25 *cm*, Bauch—Schnauze 39 *cm*. An der Haut des Abdomens sind die Applicationsstellen als braunroth vertrocknete Flecke mit allen Merkmalen der Verbrennung erkennbar — innerhalb der Brandflecke sind die injicierten Blutgefässe mit freiem Auge und der Loupe als ein feines Netzwerk zarter rother Aederchen sehr schön sichtbar. (Wird aufgehoben.) An der Oberlippe und Nasenschleimhaut Verbrennung bis zur Verkohlung.

Die Lungen ziemlich voluminös, lufthältig, blutreich, an der Pleura hie und da punktförmige Blutaustretungen, einzelne Stellen des Parenchyms dunkler gefärbt, doch nirgends Zerreissungen des Gewebes vorhanden.

Das Herz contrahiert, das Pericard mit einzelnen Ecchymosen besetzt. Bei der Eröffnung des rechten Ventrikels findet sich daselbst nebst dunklem flüssigen Blute lockere Gerinnung und sehr viel Luft in Form von Bläschen; bei Druck auf die Pulmonalis kommt viel schaumiges Blut hervor, desgleichen aus den Hohlvenen. Im linken Ventrikel und linken Vorhof gleichfalls etwas mit Luftblasen gemengtes Blut, doch findet sich hier weit weniger Luft vor. Das Blut ist auch hier von dunkler und fast ganz flüssiger Beschaffenheit, im Vorhof und Aurikel ist es locker geronnen; im Endocard einige, mehr streifige Blutaustretungen.

An den Organen des Unterleibes sonst keine Veränderungen, als die peritoneale Reizung an den der Applicationsstelle entsprechenden Peritonealabschnitten (wie bei Hund Nr. 38).

Bei der Eröffnung der Schädelhöhle findet man das Gehirn in einem der äussern Besichtigung nach anscheinend ganz und gar unveränderten Zustande vor. Die Dura mater gut gespannt, zart; die Meningen sehr zart, mässig blutreich, in den grösseren Venenstämmchen ist, wie im ganzen Blutgefässysteme, dunkles flüssiges Blut, das nicht schaumig ist und keine Luftblasen enthält, vorfindlich. (Dieses Gehirn wird behufs mikroskopischer Untersuchung in starken Alkohol gelegt.)

Nr. IV. Obd.-Befund zu Vers. 32. (Kaninchen.)

Das Thier wird, nachdem durch die physikalische Untersuchung kein Lebenszeichen mehr vorgefunden worden war, sofort im lebenswarmen Zustande obduciert.

An den Applicationsstellen am Schädel ausgebreitete, trockene, brüchige Brandschorfe; das blossliegende Unterhautzellgewebe necrotisiert, brüchig; über den Knochen flache, etwa kleinlinsengrosse Blutaustretungen.

Zwischen Dura und Meningen ist über der ganzen rechten Grosshirnhemisphäre eine beträchtliche Blutaustretung vorhanden, welche im mittleren Antheile gerade unterhalb der Applicationsstelle am mächtigsten ist. In beiden mittleren Schädelgruben viel locker geronnenes und auch flüssiges Blut angesammelt, rechts mehr wie links. In dünnerer Schichte ist auch über der linken Grosshirnhemisphäre ausgetretenes Blut ausgebreitet. An der Gehirnsubstanz selbst ist rechts etwa der Mitte des Blutextravasates entsprechend eine oberflächliche Zerreissung (Contusion) vorhanden. (Siehe Tafel III, Fig. 1, 2, 3.)

Die Schleimhaut der Luftröhre etwas injiciert, in den Bronchien seifenschaumähnlicher Inhalt; die Lungen mässig blutreich, lufthältig, sehr feucht. Das Herz zeigt noch nach der Eröffnung des Thorax Contractionen, welche selbst nach erfolgter Herausnahme der Brusteingeweide einige Zeit andauern.

Nr. V. Obd.-Befund zu Vers. 38. (Hund.)

6. November 1893, 10 Uhr morgens.

Das Gewicht beträgt 1950 *gr*; Todtenstarre mächtig entwickelt, das Thier befindet sich in stark gestrecktem Zustande; an der Haut des Abdomens ist die Applications-

stelle im Umfang von beiläufig einem Kreuzer der Epidermis beraubt, die Haare der Umgebung versengt, die freiliegende Cutis lederartig vertrocknet. Am Kopfe ist an der Applicationsstelle eine tiefgehende Verschorfung der Weichtheile und eine oberflächliche Verbrennung des Knochens vorhanden. — Bei der Eröffnung findet man am Abdomen unterhalb der Applicationsstelle das Peritoneum in der Ausdehnung eines Thalers hochgradig geröthet und injiciert; die Farbe ist auffallend hellroth und sind an dieser Stelle die arteriellen Blutgefässe als ein zartes, ausserordentlich deutlich hervortretendes Netz sichtbar. Das Blut in den grösseren Venenstämmen von dunkelflüssiger Beschaffenheit; längs der arteriellen Gefässchen sind zahlreiche punktförmige Blutaustretungen vorfindlich. In ganz gleicher Weise ist das Peritoneum der entsprechenden Stelle des Netzes und der anliegenden Darmschlingen beschaffen. An den Halsorganen nichts besonders bemerkenswert. Der Herzbeutel sowie insbesondere das Pericard von zahlreichen punktförmigen bis halblinsengrossen, fast durchwegs scharf abgegrenzten rundlichen Blutaustretungen durchsetzt und zwar sowohl an der Vorderseite, wie an der Rückseite des Herzens. Sehr schön finden sich auch solche Ecchymosen an der linken Aurikel. Sämmtliche Herzhöhlen sind mit fast ganz flüssigem nur im rechten Herzen locker geronnenem dunklen Blut ausgefüllt, welches mit vielen Gasblasen durchsetzt erscheint. Das Endocard ist mit zahllosen, punktförmigen Blutungen durchsetzt und sieht wie getigert aus.

In der linken Pleurahöhle eine geringe Menge einer blutigen Flüssigkeit vorfindlich; die linke Lunge erscheint im allgemeinen ziemlich blass, an einigen Stellen punktförmige Blutaustretungen, im Unterlappen derselben sind sie zu einer Gruppe zum Theile confluierender Ecchymosen vereinigt; an einer Stelle des linken Oberlappens, an dessen Hinterseite, eine von oben nach abwärts laufende 1 *cm* lange oberflächliche Risswunde der Pleura, in deren Umgebung das Lungengewebe blutig durchtränkt ist; an beiden Unterlappen sind überdies mehrere von aussen durch dunkle Farbe auffallende Stellen, wo subpleural das Lungengewebe in der Ausdehnung von etwa 3—6 *mm* zerrissen ist. Im übrigen sind die Lungen durchwegs lufthaltig, ziemlich blutreich, sehr feucht, beim Durchschneiden kommt eine grosse Menge schaumigen Serums aus den Schnittflächen hervor; die Schleimhaut des Kehlkopfes und der Luftröhre ist in nach abwärts zunehmender Intensität geröthet; an der Bifurcationsstelle schaumige Flüssigkeit.

An der Oberfläche der Leber sind ziemlich zahlreiche dunkel gefärbte Stellen und kleine Blutaustretungen vorfindlich. In den Unterleibseingeweiden sonst mit Ausnahme der bereits geschilderten intensiven Röthung einiger der Applicationsstelle anliegenden Darmschlingen keine Veränderungen vorfindlich.

Die Kopfhaut zeigt an der Applicationsstelle eine über 1·5 *cm* lange Zusammenhangstrennung mit verbrannten Rändern; das Unterhautzellgewebe über der linken Hälfte des Schädeldaches in weitem Umfange blutig unterlaufen, ebenso ist eine die linke Seite der Schädeldachconvexität einnehmende subperiostale Blutung vorhanden.

Die Dura mater erscheint über der ganzen linken Seite von der knöchernen Unterlage abgehoben; zwischen ihr und dem Knochen ziemlich viel Blut ausgetreten. Die linke Grosshirnhemisphäre in weitem Umfange contusioniert, von zahlreichen punktförmigen zu Gruppen vereinten und auch confluierenden Blutungen dicht besetzt; die Meningen daselbst an einer Stelle eingerissen, die darunter liegende Windung oberflächlich zertrümmert und von zahlreichen kleinen Blutaustretungen durchsetzt. Die Grosshirnhemisphären werden abgetrennt und in starken Alkohol gegeben. Das Kleinhirn ist wie gewöhnlich beschaffen; in der Rautengrube ist links vorne eine einzige punktförmige Blutaustretung am Boden derselben vorfindlich; das verlängerte Mark zeigt sich von mittlerem, vielleicht etwas verstärktem Blutgehalt und gewöhnlicher Consistenz. Blutungen daselbst nicht vorhanden. Dagegen ist die Dura mater des Clivus und der oberste Theil der Spinaldura sehr stark injiciert und hie und da von kleinen Blutungen durchsetzt. (Tafel III, Fig. 4 u. 5.)

3. Histologische Untersuchungen.

A. Blut.

Bekanntlich hat Rollett[1]) schon vor mehr als drei Decennien nachgewiesen, dass Blut, wenn es in den Schliessungsbogen der Leydnerflasche eingeschaltet wird, durch Entladungsschläge lackfarbenähnlich durchsichtig gemacht wird. Es rührt diese Veränderung daher, dass der Blutfarbstoff, nachdem die rothen Blutkörperchen eine Reihe eigenartiger Formveränderungen durchgemacht haben, schliesslich aus demselben austritt, so dass nur ein verblasster, schwach lichtbrechender Rest der Blutscheibe, die zuvor Kugelform angenommen hat, übrig bleibt.

Nach Neumann[2]) bringen Inductionsschläge dieselben Wirkungen hervor wie Entladungsschläge der Leydnerflasche. Der constante Strom bewirkt dagegen keine Aufhellung des Blutes, nur an den metallischen Elektroden verändern sich, entsprechend den dort ausgeschiedenen elektrolytischen Producten, die Blutkörperchen.

Diese Thatsachen mussten zunächst den Gedanken nahe legen, die eigentliche Ursache des Todes bei ungewöhnlich starken elektrischen Einwirkungen in Veränderungen des Blutes zu suchen. Wenn thatsächlich die tödtliche Wirkung starker Ströme auf den lebenden Organismus in plötzlicher Zerstörung einer ausserordentlich grossen Zahl rother Blutkörperchen bestünde, dann müsste man einerseits die genau bekannten Bilder der veränderten Blutscheiben finden, andererseits den ausgetretenen Farbstoff im Blutplasma nachweisen können.

Ich habe daher schon Blut vom ersten beobachteten Falle (Ellemonter) sowohl mikroskopisch untersucht, als auch auf freien Blutfarbstoff im Plasma geprüft.

Das Verfahren war hier, wie bei späteren Untersuchungen des Blutes elektrisch getödteter Thiere, folgendes: Es wurde eine Vene, meist die V. juguluris blossgelegt, ganz wenig eingeschnitten oder eingestochen und die austretenden Blutstropfen in dünner Schichte auf Deckgläschen ausgestrichen, in derselben Weise, wie man Dauerpräparate von Blutkörperchen herstellt. Dann wurde nach Erweiterung der Oeffnung, mittelst einer Pipette Blut aus dem Gefässe angesaugt, in Proberöhrchen vertheilt und centrifugiert. Das ausgeschwungene, von den geformten Bestandtheilen vollkommen befreite Blutserum wurde sohin auf die Anwesenheit von Hämoglobin untersucht.

Das Ergebnis war nach beiden Richtungen negativ; nur bei der Untersuchung von Blut aus menschlichen Leichen wurden sowohl morphologische Veränderungen der Blutkörperchen, wie ein geringer Grad von Hämoglobinaemie gefunden. Dieser Befund ist jedoch in keiner Weise

[1]) Rollett, Sitzungsber. der Wiener Akad., 2. Abth., 47. Bd. 1863, S. 356; 2. Abth., 48. Bd. 1864, S. 178.

[2]) Neumann, Arch. f. Anat. u. Physiol. 1865, S. 682.

maassgebend, weil die Veränderungen auf die schon begonnene Fäulnis zu beziehen sind. Wurde das Blut frisch getödteter Thiere in der geschilderten Weise untersucht, so konnten weder Formveränderungen der rothen Blutkörperchen, noch Blutkörperchenreste, noch ausgetretener Blutfarbstoff nachgewiesen werden.

Die auch von Philipp Donlin[1]) vertretene Vorstellung also, dass der elektrische Tod primär durch eine Veränderung des Gesammtblutes verursacht werde, durch welche secundär erst die lebenswichtigen Nervenzellen der Bulbärregion functionell beeinflusst, durch das veränderte Blut gewissermaassen getödtet würden, ist somit unhaltbar. Sie muss, so sehr sie auch nach theoretischen Ueberlegungen im ersten Augenblick berechtigt erscheinen mag, als den Thatsachen nicht entsprechend zurückgewiesen werden, wie dies auch schon von Tatum[2]), van Gieson[3]), Mac Donald[4]) und Biraud[5]) geschehen ist.

Allerdings sind aber auch Blutveränderungen vorhanden, allein nur örtlich beschränkt an den Applicationsstellen, beziehungsweise in deren nächster Umgebung. Dort ist das Blut in den Geweben auf eine gewisse Strecke, soweit es nicht verkohlt ist, mehr oder weniger deutlich hellroth und zu Klumpen zusammengebacken, bei deren histologischer Untersuchung man alle bekannten Formveränderungen und Zerfallsproducte der rothen Blutkörperchen findet. An den Elektroden findet unzweifelhaft eine elektrolytische Zersetzung des Blutes statt. Allein diese, an beschränkten Stellen vorfindlichen Blutveränderungen sind belanglos für das Zustandekommen des Todes.

B. Nervensystem.

Alle beobachteten Erscheinungen bei Mensch und Thier weisen zwingend auf das Centralnervensystem als den Sitz jener Veränderungen hin, welche den Tod durch Elektricität bedingen. Athmung und Herzbewegung sind in einer Weise gestört, dass vor allem an Veränderungen in jenen Theilen des centralen Nervensystems gedacht werden muss, welche diesen lebenswichtigen Functionen vorstehen. Das verlängerte Mark, in dem die Centren der Respiration und Circulation sich befinden, wird daher mit allergrösster Wahrscheinlichkeit von vorne herein als Sitz der eigentlichen lethalen Veränderungen anzusprechen sein.

Es ist dies auch nahezu ausnahmlos von allen geschehen, welche sich mit diesem Gegenstande befasst haben, insbesondere und zuerst von

---

[1]) Ph. Donlin, The pathology of Death by electricity. Medico-legal Society. New-York, Sitzung vom 20. November 1889, und Medico-legal Journal, Märzheft 1890.

[2]) Tatum, New-York medical Journal 1890.

[3]) Van Gieson, Execution by electricity. Boston Med. and Surg. Journal 1892.

[4]) Mac Donald, The Infliction of the Death Penalty by means of Electricity New-York med. Journal 1892.

[5]) Biraud, A. o. O., S. 71.

Brown-Sequard und D'Arsonval. Allein über diesen, aus den Beobachtungsthatsachen sich zwingend ergebenden Schluss hinaus ist bisher noch niemand in der wissenschaftlichen Forschung der pathologischen Grundlage des elektrischen Todes vorgedrungen.

Ich hielt es daher als die nächste und wichtigste Aufgabe, das verlängerte Mark elektrisch getödteter Menschen und Thiere einmal einer genauen pathologisch-histologischen Untersuchung zu unterziehen. Zu diesem Zwecke wurde eine menschliche und eine thierische Medulla oblongata verwendet. Erstere war der Leiche des Ellemonter (Beob. 5) entnommen worden, letztere von einer Katze (Vers. 40).

Die betreffenden Gehirntheile waren unmittelbar nach der Entnahme in Müller'sche Flüssigkeit gethan und dem üblichen Härtungsverfahren unterzogen, in Alkohol nachgehärtet und schliesslich in Schnittserien zerlegt worden. Ausserdem wurden aber noch eine zweite menschliche Medulla, vom Weizer Falle stammend (Beob. 7), die in absolutem Alkohol conserviert worden war, und drei von Kaninchen und Hunden stammende Medullen in der Weise histologisch untersucht, dass sie in kleinere Abschnitte zerlegt und aus verschiedenen Höhen einzelne Schnitte genommen wurden, wie es vornehmlich Obersteiner[1]) empfohlen hat. Die Schnitte wurden senkrecht auf die Längsachse des Rückenmarks angelegt und entsprechen daher den Meynert'schen Querebenen.

Zur Färbung wurden mehrfache Methoden versucht. Es kamen zur Anwendung Cochenille-Alaun, neutrale und ammoniakalische Carminlösung, Boraxcarmin, einfache Hämatoxylinlösung, Hämatoxylin mit nachfolgender Entfärbung durch salzsauren Alkohol und Nachfärbung mit neutralem Carmin. Die besten Bilder lieferten nachfolgende Verfahrungsweisen: Färbung mit Hämatoxylin, Ausziehen mit Alkohol, dem etwas Pikrinsäure zugesetzt war, und Nachfärben mit Carmin; oder Hämatoxylinfärbung nach Delafield, Ausziehen mit salzsaurem Alkohol, Nachfärben mit Eosin und Entfärben im 95% Alkohol. Diese Methode lieferte besonders gute Bilder der Gefässe.[2])

Das Ergebnis dieser langwierigen Untersuchung war leider ebenfalls vorwiegend negativ in dem Sinne, dass durch die in Anwendung gezogenen histologischen Methoden weder an den gangliären Elementen des Bulbus, noch an den Leitungsbahnen dieser Gegend irgend welche Veränderungen nachgewiesen werden konnten. In allen Ebenen verhielten sich die Zellen des verlängerten Markes gegen Färbemittel ganz so wie

[1]) Obersteiner, Anleitung beim Studium des Baues der nervösen Centralorgane. Leipzig und Wien 1892, S. 271.

[2]) Die Herren Dr. Fritz Pregl, Assistent am physiol. Institut in Graz und mein Assistent Dr. Karl Narbeshuber hatten die grosse Freundlichkeit, mich bei diesen zeitraubenden histologischen Untersuchungen in wesentlicher Weise zu unterstützen, wofür ich ihnen besten Dank sage.

die normaler Medullen; nur wurden die Farbstoffe auffallend schwer aufgenommen, sozwar, dass man die Schnitte meist mehrere Stunden in den Farbstofflösungen belassen musste, um schöne Bilder zu erhalten. Dieses Verhalten allein vermag jedoch einen Rückschluss auf eine etwaige pathologische Beschaffenheit der Zellcomplexe wohl nicht zu begründen.

Nur eine immerhin beachtenswerte pathologische Veränderung ist dabei beobachtet worden, nämlich hie und da ganz kleine Blutextravasate in den perivasculären Räumen der oberflächlicheren, peripheren Gefässe. Verfolgte man an einer lückenlosen Schnittserie die Arteria spinalis anterior nach aufwärts, so konnte man in ihrer Scheide oder an der abzweigenden Arteria sulci, ein oder das anderemal wohl auch an einem zur Vasocorona gehörigen Arterienzweigchen der entgegengesetzten (hinteren) Seite des Bulbus, an der Arteria fissurae posterius, Arteria interfunicularis und Arteria radicum poster., kleinste perivasculäre Blutaustretungen beobachten. Stets wurden solche nur an der Peripherie oder nahe der Oberfläche, niemals in der Tiefe angetroffen, und niemals fand sich ein Herd in der Substanz des Markes selbst, sondern die Blutungen waren beschränkt auf Extravasationen um das Gefässrohr; es waren also, wie bereits gesagt, kleinste perivasculäre Blutaustritte.

Diese nicht constant, in verschiedenen Höhen und an wechselnden Oertlichkeiten angetroffenen, mikroskopisch kleinen Blutaustritte am verlängerten Mark elektrisch getödteter Thiere und Menschen geben meines Erachtens für sich auch noch keine hinreichende Erklärung für das Zustandekommen des Todes. Ich muss noch hervorheben, dass ich gerade an der bedeutungvollsten Stelle des Markes, an den Vaguskernen, in meinen Fällen niemals eine erkennbare Veränderung, und da auch die geschilderten kleinen Blutungen eben nicht gefunden habe. Man wird diesen an sich gewiss beachtenswerten und interessanten Befunden demnach keine andere Bedeutung beilegen dürfen, als etwa den in grösserer oder kleinerer Zahl vorhandenen, mitunter aber auch fehlenden Ecchymosen des Herzens. Solche kleinste Blutaustretungen beweisen entweder das Vorhandensein eines starken örtlichen Traumas, oder sie entstehen viel wahrscheinlicher durch einen ungewöhnlich starken Gefässkrampf und abnorme Steigerung des Blutdrucks. Die eigentliche Causa mortis muss demnach in feineren, bisher nicht nachgewiesenen, mit unseren heutigen Untersuchungsmitteln vielleicht gar nicht nachweisbaren Veränderungen der Nervenzellen selbst gelegen sein.

Von peripheren Nerven wurden jene an Zupfpräparaten und Querschnitten untersucht, bei welchen sich in den Scheiden Blutungen gezeigt hatten. (Vergl. die Befunde.) An den nervösen Elementen konnten auch hier keinerlei pathologische Veränderungen aufgedeckt werden.

4. *Ueber das Wesen des elektrischen Todes.*

Die vorgeführten Beobachtungsthatsachen ermöglichen es, wenn auch die feinsten cellularen Veränderungen noch nicht sinnlich wahrnehmbar dargestellt werden konnten, gleichwohl, uns über den Hergang und das Wesen der elektrischen Tödtung eine begründete Vorstellung zu machen. Sichtlich handelt es sich dabei um einen Vorgang, den wir als eine Reflexaction zu bezeichnen pflegen. Reflexcentrum ist, soweit es sich um die lebenswichtigen Störungen handelt, unzweifelhaft das Respirations- und Circulationscentrum im verlängerten Mark. Je nach der Grösse der elektrischen Einwirkung auf den Organismus werden diese functionell so bedeutungsvollen und vulnerablen Zellcomplexe des centralen Nervensystems in verschiedenem Grade beschädigt, was entweder bei schwerster Beschädigung augenblicklichen Tod, bei weniger starker Tod nach einiger Zeit, bei noch geringerer nur vorübergehende Störungen zur Folge haben muss.

Den Gesammteffect der Wirkung der Elektricität auf den Körper bezeichne ich als Grösse der elektrischen Einwirkung. Diese ist, ausser von der jeweiligen Stärke, Spannung und Beschaffenheit der Elektricitätsquelle (stehende oder fliessende Elektricität und in letzterem Falle Gleich- oder Wechselstrom), noch von individuellen Bedingungen abhängig, vor allem vom Leitungswiderstand des menschlichen Körpers im ganzen und dem besonderen Widerstande der einzelnen Organe und Gewebe.[1]) Die grossen individuellen Verschiedenheiten lassen uns die oft beobachtete Thatsache erklärlich erscheinen, dass Ströme von gleicher Stärke auf verschiedene Menschen ungleich wirken, so dass der Endeffect ein wesentlich verschiedener ist.

---

[1]) Ueber den elektrischen Leitungswiderstand des menschlichen Körpers haben neuere, zum Theile mit verbesserten Methoden ausgeführte Untersuchungen, von den älteren wesentlich verschiedene Resultate ergeben. Anlässlich der beabsichtigten Einführung der elektrichen Hinrichtung sind zahlreiche Bestimmungen ausgeführt worden. An mehr als 200 Personen verschiedenen Alters gemachte Messungen über den Widerstand von einer Hand zur andern ergeben ziemlich übereinstimmende Zahlenwerte von annähernd 1000 Ohm. Messungen, welche Stone 1885 in der Weise ausgeführt hat, dass der specifische Widerstand, welcher von der unvollständigen Berührung der Haut mit den Elektroden herrührt, und der durch die Polarisation bedingte Widerstand ausgeschlossen wurden, haben, zwischen beiden Füssen gemessen, den Widerstand einer erwachsenen Person mit 939 Ohm, von einem Fuss zur Hand mit 905 Ohm ergeben. Eine sehr genaue Messung wurde von A. E. Kennelly während der elektrischen Hinrichtung von Mac Elvaine gemacht. Beim ersten Contact sank der Widerstand in 50 Secunden von 800 auf 516 Ohm, beim zweiten Contact war ein constanter Widerstand von 214 Ohm vorhanden. Frühere Beobachter, namentlich Tschiriew und Watteville, sowie Gärtner hatten bedeutend höhere Werte gefunden.

F. Windscheid hat nach einer in Verbindung mit v. Frey angegebenen Methode (Telephonmethode) es möglich gemacht, sowohl den galvanischen, wie den faradischen Leitungswiderstand des menschlichen Körpers in absoluten Zahlen auszudrücken. Die gefundenen Zahlen für den faradischen Strom sind fast durchweg kleiner, als die für den

Dieser Reflexvorgang wird in der Regel als Shock[1]) bezeichnet, und ist diese Bezeichnung auch für den elektrischen Tod vielfach üblich geworden. Abgesehen von der nichtssagenden Allgemeinheit dieses Ausdruckes, der schon wegen seiner Inhaltslosigkeit so selten wie möglich angewendet werden sollte, ist er hier auch insoferne nicht zutreffend, als wir damit reflectorisch bedingten primären Herzstillstand auszudrücken pflegen. Der erbrachte Nachweis, dass der Stillstand der Athmung das Primäre ist, der Herzstillstand dagegen secundär eintritt, im Zusammenhalte mit allen beobachteten physiologischen und pathologischen Thatsachen berechtigt, ja nöthigt, den Vorgang der elektrischen Tödtung als Erstickung zu bezeichnen. Es ist eine innere Erstickung, hervorgerufen durch deletäre Einwirkung auf die Ganglienzellen des Athmungscentrums, vergleichbar der Wirkung gewisser Gifte, die auch in unheilbarer Weise das Respirationscentrum schädigen, wofür beispielsweise Morphin typisch ist.

Worin diese Veränderungen eigentlich bestehen, auch das kann nach dem Stande unseres heutigen Wissens aus dem Verhalten niedriger organisierter Organismen annäherungsweise schon vermuthet werden. Da von mir der Nachweis erbracht wurde, dass mit den gewöhnlichen Methoden der pathologischen Histologie erkennbare Veränderungen in den fraglichen Zellgebieten nicht vorhanden sind, so können es nur moleculare Veränderngen innerhalb der Nervenzellen selbst sein. Diese thatsächlich nachzuweisen, wird das Ziel künftiger Forschungen sein müssen. Die Annahme solcher intracellularer Veränderungen des Protoplasmas der Nervenzellen bis zur Ertödtung desselben durch elektrische Einwirkungen ist aber schon heute durchaus keine willkürliche oder rein hypothetische, da eine ganze Reihe von Beobachtungen vorliegt, dass das Protoplasma thierischer und pflanzlicher Zellen durch Elektricität bis zur Aufhebung der Lebenseigenschaften thatsächlich verändert wird.

---

galvanischen Widerstand. Der Unterschied besteht darin, dass der Inductionsstrom durch die Haut nicht die Veränderung erleidet, wie es infolge der Polarisation bei dem galvanischen der Fall ist.

Der elektrische Hautwiderstand ist grossen örtlichen und individuellen Schwankungen unterworfen. Er ist am grössten an der Fussohle und an der Hohlhand, am geringsten an der Ellenbeuge und der Kniekehle entsprechend der Dicke oder Zartheit der Haut. Bei Erkrankungen der Haut oder bei gewissen Nervenkrankheiten ist er wesentlich erhöht, wie von A. Eulenburg und W. Pascheles nachgewiesen worden ist.

Ueber den specifischen elektrischen Widerstand einzelner Organe und Gewebe liegen ausserdem noch Untersuchungen von Vigouroux, Castex, Kahler, Wolff, Silva und Pescarolo vor; auch die neuen interessanten Untersuchungen von Eschle in Freiburg über die Wirkung elektrischer Ströme auf die animalen Gewebe (Berl. klin Wochenschr. 1894, Nr. 17) sind hieher zu beziehen. (Literaturnachweise siehe am Schluss.)

[1]) Vergl. G. H. Gröningen, Ueber den Shock, eine kritische Studie auf physiologischer Grundlage mit einem Vorwort von Bardeleben. Wiesbaden 1885.

Dahin gehören einmal schon die bereits erwähnten Veränderungen der rothen Blutkörperchen durch Inductionsschläge, die Rollett[1]) uns so genau kennen gelernt hat, sowie ähnliche Beobachtungen über das Verhalten des Protoplasmas verschiedener anderer Zellen von Brücke[2]) und Kühne[3]), endlich zahlreiche Beobachtungen an Pflanzenzellen, welche von Pflanzenphysiologen gemacht wurden.[4]) Durch diese Analogien werden die anscheinend so unverständlichen Vorgänge des Shocks sowohl, wie der centralen Athmungslähmung unserem Verständnisse wesentlich näher gerückt.

Ich komme also zu dem Schlusse, der Tod durch Elektricität ist eine centrale Athmungslähmung, eine besondere Art der inneren Erstickung.

Damit stimme ich im wesentlichen mit der Auffassung D'Arsonval's, welcher sich Biraud vollkommen angeschlossen hat, überein. Ich weiche von diesen Autoren jedoch insoferne ab, als ich einen qualitativen Unterschied zwischen den Wirkungen der statischen Elektricität und des elektrischen Stromes nirgends zu erkennen vermag, geschweige denn gar qualitative Verschiedenheiten in den Wirkungen ein und derselben Elektricitätsquelle. Wenn D'Arsonval für die von ihm angenommene zweifache Wirkung der Elektricität die besonderen Bezeichnungen „action directe" und „action reflexe" anwendet und die Wirkung der ersteren als

---

[1]) Rollett, A. o. O. und „Physiologie des Blutes" in Hermanns Handbuch der Physiologie.

[2]) Brücke, Sitzungsber. d. Wien. Akad. 1862, 46. Bd., II. Abth.

[3]) Kühne, Untersuchungen über das Protoplasma 1864, S. 74 u. 94.

[4]) Anlässlich der im Anschlusse an einen von mir gehaltenen Vortrag in der morphologisch-physiologischen Gesellschaft in Graz am 4. Februar 1895 geführten Debatte hatte College G. Haberlandt die Güte, auf die bezüglichen pflanzenphysiologischen Beobachtungen und ihre Bedeutung für die Auffassung und Erklärung der letzten Ursachen des elektrischen Todes nachdrücklichst zu verweisen, für welche wissenschaftliche Unterstützung ich ihm zu besonderem Dank verpflichtet bin.

Seinen Mittheilungen entnehme ich noch folgende Einzelheiten: Genügend starke elektrische Inductionsströme beeinflussen die Molekularstructur des Protoplasmas; unter Umständen wird dieselbe vollständig zerstört, das Plasma getödtet. Die Aenderung der Molekularstructur geht aus verschiedenen Thatsachen hervor. Die Permeabilität der Plasmahaut wird erhöht, der Turgor der Zelle sinkt; dies folgt z. B. aus der Schliessung der Spaltöffnungen nach Inductionsschlägen (N. J. C. Müller, Pringsheims Jahrb. f. wissensch. Bot. 1872, B. 8). In diesem Sinne sprechen auch die Beobachtungen, welche über den Einfluss elektrischer Ströme auf die Bewegungen des Protoplasmas, speciell auf Plasmaströmungen angestellt worden sind. Durch Inductionsströme werden Bewegungshemmungen, Stauungen des strömenden Plasmas, Loslösung von Plasmamassen, Hervorschiessen von Plasmafäden und Protuberanzen hervorgerufen. Bei stärkeren elektrischen Eingriffen geht der sonst vorübergehende Starrezustand des Protoplasmas in den Tod über. (Pfeffer, Pflanzenphysiologie, 2. Bd., S. 390. — Nägeli und Schwendener, Das Mikroskop, 2. Aufl., S. 463 ff. — W. Velten, Flora, 1873, und Sitzungsberichte der Wiener Akademie, 1876, Bd. 73, 1. Abth., S. 365).

unheilbare Zerstörung der Gewebe „effet disruptif“ nennt, und für die andere die zuerst von Brown-Sequard gewählten Ausdrücke „inhibition“ und „dynamogenie“ gebraucht, so ist damit für die Erfassung des Wesens der Sache ebenso wenig gewonnen, als durch den von Biraud hiefür gesetzten Ausdruck „sidération“. Die beobachteten Verschiedenheiten im Ablauf der Erscheinungen, die sogar etwas abweichende pathologische Bilder geben können, lassen sich bei genauer Analyse immer auf dieselben Grundursachen zurückführen; sie sind nur der Ausdruck quantitativer Unterschiede derselben pathologischen Störung.

Damit ist auch meine Stellung gegenüber der Hypothese Tatum's gekennzeichnet, welcher als Sitz der lethalen Veränderungen nicht das verlängerte Mark, sondern das Herz ansieht, indem er eine plötzliche Lähmung der im Myocard gelegenen automatischen Centren der Herzbewegung annimmt.[1]) Die von mir erwiesene Thatsache, dass die Herzbewegungen sogar noch andauern, wenn schon definitiver Athemstillstand eingetreten ist (siehe Curventafel 3. Reizung) widerspricht einer solchen Annahme aufs entschiedenste. Dies schliesst jedoch keineswegs aus, dass auch am Herzen selbst pathologische Veränderungen vorgefunden werden können, wie ich selbst auf einen auffallenden Herzbefund bei einem meiner Fälle (Beob. 5) hingewiesen habe. Das Primäre und Entscheidende sind nach meiner Auffassung immer die Störungen im Athmungscentrum.

Diese bestehen, wie gezeigt wurde, nicht in anatomischen Läsionen, sondern in Veränderungen im Innern der Zellen der Bulbärregion selbst, Veränderungen, welche von der Art sind, dass sie die Lebensfähigkeit des Protoplasmas aufheben, ohne das anatomische Gefüge der Zellen zu zerstören. Ob dabei der Chemismus innerhalb und zwischen den Zellen urplötzlich derart geändert wird, dass es zu einer Ertödtung des Zelleibes kommt, wie bei der Einwirkung vieler sog. Nervengifte, oder ob das elektrische Trauma eine solche Umlagerung der Moleküle bewirkt, dass die Zellfunction aufhört, kann auf Grund unserer heutigen Kenntnisse nicht mit Sicherheit entschieden werden. Es ist jedoch immerhin sehr wahrscheinlich, dass es sich um die letztere Art der Veränderungen handelt.

Die Complicirtheit des Baues der menschlichen Organe und der Organe der höheren Thiere macht es unmöglich, diese letzten und entscheidenden Veränderungen in den Zellen des Centralnervensystems an diesen selbst direct zu beobachten. Es ist nicht zu vergessen, dass die Objecte der normalen und pathologischen Histologie immer nur todte Organe und Zellcomplexe sind. Die sorgfältigste morphologische Unter-

---

[1]) Tatum suchte seine Annahme durch Versuche an stark atropinisierten und curarisierten Hunden, bei denen durch die Giftwirkungen die Function des Vagus ausgeschaltet war, zu beweisen. Derart vergiftete Thiere, bei denen das Leben nur durch künstliche Athmung in Gang erhalten war, wurden durch starke elektrische Ströme in gleicher Weise getödtet wie nicht vergiftete. (New-York medical Journal. 1890.)

suchung wird daher niemals imstande sein, den functionellen Tod von Zellen festzustellen, sondern sie vermag nur wirkliche Destructionen nachzuweisen.

Deswegen sind für die Erkenntnis der letzten Ursachen des elektrischen Todes auch die negativen Befunde im verlängerten Mark von grosser Wichtigkeit. Wir wissen nun durch die directe Beobachtung, dass demselben nicht Zertrümmerungen lebenswichtiger Nervencomplexe zu Grunde liegen, sondern Störungen anderer Art, die wir als functionelle deswegen zu bezeichnen pflegen, weil wir das Wesen der zu Grunde liegenden Vorgänge noch nicht aufzudecken imstande sind, sondern aus der Störung der Function erschliessen müssen.

Diese ist aber ein sehr zuverlässiges und sicheres Reagens, um pathologische Vorgänge in centralen oder auch peripheren Gebieten des Nervensystems zu erkennen. Darin liegt die Wichtigkeit des physiologischen Experimentes in unserem Falle. Auf jeden starken elektrischen Reiz sehen wir ausnahmslos sofort die Athmung stillstehen in einer Weise, wofür nur das Centrum verantwortlich gemacht werden kann. Der Stillstand kann ein dauernder oder vorübergehender sein. Im letzteren Falle stellt sich die Function der Athmung entweder spontan oder nach Anwendung gewisser Reize wieder ein, jedoch ist sie anfänglich immer unregelmässig, beschwerlich, oft wieder aussetzend, ganz oberflächlich und unzureichend; kurz, die Athmungsfunction ist noch einige Zeit nach dem elektrischen Schlage tief gestört. Nach Beobachtungen an Menschen kann diese Störung selbst zum Tode durch Lungenödem führen.

Weniger bedrohlich für das Leben sind, wie die Versuche lehren, in der Regel die Schädigungen der Herzthätigkeit; nur in vereinzelten Fällen ist zugleich mit dem Stillstande der Athmung auch plötzlicher Herzstillstand beobachtet worden: fast immer überdauert, wie bei der mechanischen Erstickung, die Herzbewegung den Athmungsstillstand. Aus diesen Thatsachen ergibt sich, dass das Kreislaufscentrum im geringeren Grade und zumeist nicht deletär geschädigt wird.

Wenn ein Nervencentrum seine normale Erregbarkeit durch physiologische Reize eingebüsst hat, so nennen wir diesen Zustand Ermüdung und im höheren Grade Erschöpfung. Wir können daher die Wirkung elektrischer Starkströme auch definiren als einen plötzlich hervorgerufenen, schweren Erschöpfungs-Zustand des verlängerten Markes, beziehungsweise der daselbst befindlichen functionell wichtigsten Centren der Athmung und des Kreislaufs, als deren Grund, wie oben gezeigt wurde, molekulare Veränderungen in den betreffenden Ganglienzellen anzusehen sind.

Da die Function derselben bei der tödtlichen elektrischen Einwirkung dauernd aufgehoben ist, so darf man wohl mit Recht von einem functionellen Tode dieser Zellen sprechen, im Gegensatz zum ana-

tomischen Tode. Dass ich mir das Wesen der Sache als eine molekulare Umlagerung, als eine Aenderung der Molekularstructur vorstelle, habe ich schon oben ausgesprochen.

Wie im rothen Blutkörperchen unter unseren Augen durch Schläge der Leydner-Flasche der Blutfarbstoff umgelagert wird und wie in Pflanzenzellen durch dieselbe Einwirkung der Plasmastrom plötzlich zum Stillstande gelangt, so lässt sich auch vorstellen, dass die Zellen des Athmungscentrums in ähnlicher Weise verändert werden, so dass sie dauernd oder vorübergehend die Fähigkeit verlieren, auch durch stark kohlensäurebeladenes Blut erregt zu werden.

Dass es die mechanische Kraft des elektrischen Stromes ist, welche dies bewirkt, und nicht chemische Vorgänge, glaube ich daraus schliessen zu dürfen, weil für die starke traumatische Einwirkung positive Zeichen in Form kleiner und kleinster Blutungen auch in diesen Regionen von mir und anderen nachgewiesen worden sind, und weil es feststeht, dass mechanische Insulte schwere functionelle Störungen in allen Gebieten des centralen und peripheren Nervensystems hervorrufen können, während die chemischen Wirkungen elektrischer Ströme bekanntlich sich zunächst nur an den Elektroden bemerkbar machen. Es erscheint daher im höchsten Grade unwahrscheinlich, dass sich in den kurzen Zeiten, die hier in Betracht kommen, schwere chemische Veränderungen in jenen centralen, von den Applicationsstellen so weit abliegenden Zellgebieten vollziehen sollten.

Die dargelegte Auffassung des Wesens der elektrischen Wirkungen auf den Organismus bringt diese Todesart in nahe Beziehungen zu anderen wichtigen traumatischen Todesveranlassungen und Körperbeschädigungen, zum Shock und der Gehirnerschütterung. Auch bei diesen beiden Vorgängen, deren grosse praktische Bedeutung für den Heilarzt wie für den Gerichtsarzt am Tage liegt, fehlt die anatomische Begründung. Mit Recht sagt Gröningen vom Shock: „Wir sehen also im Shock das, was man functionelle Störung genannt hat, und haben daher keine pathologische Anatomie des Shock“ [1]). Es ergibt sich daraus für uns die Nothwendigkeit, dieses Verhältnis der genannten pathologischen Vorgänge zum elektrischen Tode in Kürze klarzulegen.

Den Shock hat man bisher vorwiegend als reflectorisch bedingten Stillstand des Herzens nach grossen Verletzungen aufgefasst; daneben waren aber mehrfache andere Shockhypothesen in Geltung, deren Erörterung nicht in den Bereich unserer Untersuchungen gezogen werden kann. Unter allen aufgestellten Theorien scheint mir die Auffassung Gröningen's am zutreffendsten zu sein, weil diese Theorie die ganze Symptomenreihe des Shock am besten erklärt, während die übrigen meist

---

[1]) Gröningen, a. o. O. S. 71.

nur einzelne Erscheinungen zu begründen vermögen. Nach ihm ist der Shock „eine durch heftige Insulte erzeugte Ermüdung oder Erschöpfung des Rückenmarkes und der Medulla oblongata". (A. o. O. S. 69.)

Der Shock ist also eine centrale Erschöpfungsneurose mit äusserst raschem, manchesmal so stürmischem Verlauf, dass der Tod augenblicklich eintritt. Es wäre daher naheliegend und in gewissem Sinne gerechtfertigt, den elektrischen Tod als besondere Art des Shock zu bezeichnen. Viele, namentlich englische und amerikanische Autoren thun dies auch, und ich habe selbst in meiner ersten Mittheilung für jene plötzlichen Todesfälle durch Elektricität, wo Athmung und Herz gleichzeitig stille zu stehen scheinen, diese Bezeichnung angewendet.

Allein gerade im Sinne Gröningen's ist eine solche Bezeichnung für die durch Elektricität herbeigeführten Störungen unzulässig, wie insbesondere die Betrachtung der Erscheinungen an nicht tödtlich verletzten Menschen und Thieren zeigt. Jene schweren Symptome, aus welchen das Krankheitsbild des Shock besteht, fehlen hier zum Theile vollkommen, und andere wichtige Störungen, die beim Shock fehlen, sind bei der elektrischen Verletzung vorhanden. Dahin zähle ich namentlich die Bewusstlosigkeit. Das Krankheitsbild des Shock ist durch das erhaltene Bewusstsein ausgezeichnet und dadurch in auffallender Weise unterschieden von der Gehirnerschütterung und dem elektrischen Trauma. Der Verlauf ist hier und dort verschieden. Beim Shock wächst die Lebensgefahr mit der Zeitdauer der Krankheitserscheinungen, der Verlauf ist meist ein progressiv perniciöser; beim elektrischen Trauma ist die Lebensgefahr im Momente der Einwirkung und unmittelbar darnach am grössten und nimmt rasch ab. Die Prognose des Shock ist daher nicht günstig. Nach Leyden's Ausspruch ist der Tod bei heftigem Shock ein häufiger Ausgang, aber selbst nicht alle leichten Fälle werden überstanden; beim nicht tödtlichen elektrischen Trauma ist die rasche und vollständige Wiederherstellung der Gesundheit Regel.

Wie sich Shock und elektrisches Trauma voneinander unterscheiden, so ist auch die Gehirnerschütterung von beiden wesentlich verschieden.

Durch die ausgezeichneten Untersuchungen von Koch und Filehne, welche durch Verhämmern von Hunden und Kaninchen das vollkommene Bild der Commotio cerebri ohne jede anatomische Läsion in der Gehirnsubstanz hervorbringen konnten, ist die Existenz einer reinen Gehirnerschütterung sichergestellt worden. Sie haben auch im einzelnen nachgewiesen, dass nicht, wie Fischer annahm, nur ein Gehirncentrum, das Gefässcentrum allein, getroffen werde, sondern dass alle an ihrer Thätigkeitsäusserung erkennbaren in gleicher Weise beeinflusst werden. Es tritt bei dem Hämmern zunächst eine objectiv nachweisbare Erregung und bei längerem Fortsetzen des Verhämmerns eine Erschöpfung und Lähmung jedes einzelnen Centrums ein.

Aus diesen experimentell festgestellten Thatsachen lassen sich alle bekannten Einzelerscheinungen, welche zusammen das geschlossene Krankheitsbild der Gehirnerschütterung geben, leicht erklären und ableiten. Wir haben dadurch, sowie durch sorgfältige und zahlreiche klinische Beobachtungen und Untersuchungen nicht nur Einsicht in das Wesen der Commotio cerebri erlangt, sondern auch diesen Symptomencomplex als ein für sich bestehendes Krankheitsbild kennen gelernt. Wir sind auf diese Weise dahin gelangt, die Gehirnerschütterung vom Shock scharf trennen zu können.

Diese Unterscheidung ist jedoch nur auf Grund der klinischen Erscheinungen möglich, deren wichtigste bei der Gehirnerschütterung sind: Uebliehkeit und Erbrechen, Verlangsamung des Pulses, erschwertes und unregelmässiges Athmen, Erweiterung und Unerregbarkeit der Pupillen, Blässe der Haut, erloschenes Bewusstsein mit nachfolgendem, mehr weniger hochgradigen Erinnerungsausfalle, während im Krankheitsbilde des Shock Paresen und Lähmungen, Anästhesien, Darniederliegen der Reflexe und der Sinneswahrnehmungen, Sinken der Körpertemperatur und rasch fortschreitender allgemeiner Kräfteverfall bei erhaltenem Bewusstsein im Vordergrund der Erscheinungen stehen.

Der pathologisch-anatomische Befund dagegen ist in dem einen und dem anderen Falle negativ; es gibt nicht nur keine pathologische Anatomie des Shock, sondern auch keine der Gehirnerschütterung, weil beide rein functionelle Störungen sind: jene vorwiegend ein Erschöpfungszustand des Rückenmarkes, diese ein Erschöpfungszustand des Gehirnes. Bei beiden ist die Medulla oblongata im höheren oder geringeren Maasse mitbetheiligt und hängt vornehmlich von dem Grad ihrer Mitbetheiligung der schliessliche Ausgang ab.

Das elektrische Trauma dagegen bewirkt zunächst eine schwere oder unheilbare functionelle Beschädigung der Medulla unter mehr weniger hochgradiger Mitbetheiligung des Gehirns und Rückenmarks. In welcher Weise diese erfolgt, geht aus den oben geschilderten Krankheitserscheinungen bei nicht tödtlichen elektrischen Verletzungen und aus den Thierversuchen zur Genüge hervor.

FORENSISCHER THEIL.

III.

Die gerichtlich-medicinischen Gesichtspunkte.

Die gerichtliche Medicin als praktische Disciplin hat ihre besonderen Aufgaben. In keinem Falle ist die Kenntnis medicinischer oder naturwissenschaftlicher Thatsachen an sich hinreichend, damit der Arzt den Anforderungen in vollem Maasse gerecht werden könne, welche von Seite der Rechtspflege an ihn gestellt werden. Dazu bedarf es noch besonderer Kenntnisse und einer specialistisch ausgebildeten Methodik.

Die Lehre vom elektrischen Tode und den Körperbeschädigungen durch Elektricität hat ein weites und ganz allgemeines, naturwissenschaftliches und ärztliches Interesse, sie hat aber auch ein besonderes gerichtsärztliches. Dieses besteht in erster Linie darin, dass es dem Gerichtsarzte obliegt, jeden einzelnen Fall von tödtlicher oder nicht tödtlicher Verletzung sowohl nach dem ursächlichen Zusammenhange zu erfassen und dem Richter klarzulegen, als auch für die Beurtheilung der Schuldfrage, welche forensisch von ausschlaggebender Wichtigkeit ist, die objectiven Beweismomente herbeizuschaffen; er hat endlich bei nicht tödtlichem Ausgange die Folgen der Verletzung nach ganz bestimmten, gesetzlich festgelegten Merkmalen zu prüfen. Für den Gerichtsarzt und im weiteren Sinne für den Amtsarzt überhaupt sind daher nicht selten Dinge von Wichtigkeit, welche für den Naturforscher interesselos und für den Heilarzt ohne Bedeutung sind.

Nun ist es aber gerade der beamtete Arzt, welcher in Fällen elektrischer Verunglückungen amtszuhandeln und zu urtheilen hat, während das Interesse des Heilarztes umso geringer ist, je grösser der Antheil der tödtlichen Unfälle sich darstellt; und der ist so gross, dass das Interesse des gerichtlichen Mediciners an dieser Sache das weitaus überwiegende sein dürfte. Eine gedrängte besondere Behandlung dieser Seite erscheint daher wohl gerechtfertigt und vielleicht Vielen erwünscht.

Die forensische Medicin nimmt aber noch einen weiteren Antheil an diesem Gegenstande. Sie ist gewiss in erster Linie befähigt und berufen,

über die Frage der in einigen Unionsstaaten schon rechtlich bestehenden Hinrichtung durch Elektricität ein sachlich begründetes Urtheil zu fällen. Ich werde daher auch dieser die Rechtspflege in hohem Maasse interessierenden Sache eine besondere Erörterung widmen.

1. *Die Aufgaben des Gerichtsarztes.*

Dieselben lassen sich in ähnlicher Weise, wie für die Verletzungen überhaupt, auch für die in Rede stehenden besonderen Körperbeschädigungen im allgemeinen dahin zusammenfassen.

Bei tödtlichem Ausgange:

a) Feststellung der wirklichen Todesursache;
b) Nachweis des ursächlichen Zusammenhanges;
c) Darlegung etwaiger besonderer Umstände;
d) Begründung der eigenen oder fremden Schuld;

bei nicht tödtlichem Ausgange:

e) Feststellung der vorhandenen Verletzungen;
f) Begründung ihres Wesens und ihrer Ursachen;
g) Beurtheilung der Folgen.

Feststellung der Todesursache. Diese erste und wichtigste Aufgabe bei der forensischen Beurtheilung eines Todesfalles wird in der Regel keinen Schwierigkeiten unterliegen. Gewöhnlich erfolgt der Tod bei elektrischen Verunglückungen unter solchen Umständen, dass sowohl Todesart wie ursächlicher Zusammenhang von vorne herein klar sind. Doch ist das nicht ausnahmslos der Fall. Mitunter ereignet sich der Unfall nicht vor Thatzeugen. Die Verunglückten werden an der Unglücksstelle oder in unmittelbarer Nähe derselben aufgefunden.

So war es beispielsweise bei der ersten von mir beobachteten Verunglückung der Fall. (Ellemonter S. 46.) Der Mann wurde einige Schritte vor der elektrischen Leitung am Boden des Kellers, in dem er allein gearbeitet hatte, röchelnd aufgefunden. Was hier vorlag, war von vorneherein durchaus nicht klar. Es konnte plötzlicher Tod aus irgend einer natürlichen Ursache oder auch ein gewaltsamer Tod aus mannigfacher Ursache vorliegen. Thatsächlich wurde auch vor der Obduction seitens der Betriebsleitung des Elektricitätswerkes eine elektrische Verunglückung als sehr fraglich und als unbegründete, wenigstens unbewiesene Vermuthung hingestellt.

Erst die gerichtsärztliche Untersuchung hat die Sache vollständig und unbestritten klarzulegen vermocht, u. zw. nicht bloss die Obduction (vgl. den Befund S. 47 ff.), sondern eine von mir vorgenommene besondere Untersuchung. Ich liess mir sofort das provisorisch eingeschaltet gewesene Drahtstück kommen, durch dessen Berührung allein die Verunglückung

entstanden sein konnte, und war in der Lage, durch eine mikroskopische Untersuchung, wie ich nach dem Obductionsergebnisse vermuthet hatte, in der That einen am Drahte klebenden vertrockneten Fetzen menschlicher Epidermis nachzuweisen, von dem man nach der Beschaffenheit und Anordnung der gut erkennbaren Rillen mit Bestimmtheit sagen konnte, er rühre von der Oberhaut eines Fingers her. Am Zeigefinger der linken Hand des Obducierten war eine geborstene Brandblase mit einem weghängenden Epidermisfetzen vorgefunden worden. (Siehe Taf. I, Fig. 1.) Aehnliche gerichtlich-medicinische Sonderaufgaben können sich wiederholt ergeben. Die Bedeutung solcher Nebenbefunde in jedem concreten Falle rasch zu erkennen und den Richter auf die Nothwendigkeit der Vornahme dieser oder jener ergänzenden Untersuchung aufmerksam zu machen, ist Sache des Gerichtsarztes und bekundet, dass er auf der Höhe seines verantwortungsvollen Berufes steht.

Die übrige Thätigkeit bei der Feststellung der Todesart beruht auf der diagnostischen Sicherheit. Diesbezüglich ist hier nichts weiter zu erinnern, sondern nur auf das zu verweisen, was an anderer Stelle ausführlich erörtert worden ist.

Nachweis des ursächlichen Zusammenhanges. Die causalen Beziehungen sind beim Elektricitätstode in dem Momente klargelegt, als der Gerichtsarzt die Diagnose „elektrischer Tod" aus den Leichenbefunden zu stellen in der Lage ist. Es kommt also alles auf eine richtige Diagnose und darauf an, jede andere natürliche oder gewaltsame Todesart auszuschliessen. Dass die Diagnose in der Regel keinen Schwierigkeiten unterliegt und auf welche Momente sie sich stützt, ist schon oben auseinandergesetzt worden. Im grossen ganzen fällt also diese Aufgabe mit der ersten zusammen; sie ist vorwiegend die Leistung einer sicheren forensischen Diagnostik, die wieder die volle Kenntnis der pathologischen Thatsachen zur Voraussetzung hat.

Klarlegung besonderer Umstände. Der § 129 der österr. Strafprocess-Ordnung und analoge Bestimmungen der deutschen und anderer Gerichtsordnungen erfordern in jedem Falle der Begutachtung einer durch fremde Schuld veranlassten tödtlichen Verletzung eine Aeusserung darüber, ob der Tod nicht etwa durch Vermittlung vorhandener oder zufällig hinzugetretener ungewöhnlicher Umstände, besonders durch eine eigenthümliche Leibesbeschaffenheit des Verletzten veranlasst worden sei, oder ob er durch rechtzeitige und zweckmässige ärztliche Hilfeleistung hätte abgewendet werden können. Gegenüber einer so gewaltig wirkenden Kraft, wie es hochgespannte Elektricität ist, wird die Beantwortung dieser Fragen stets sehr leicht sein. Einer Auseinandersetzung in dieser Richtung bedarf es nicht. Es sei nur bemerkt, dass auch die besondere Körperbeschaffenheit dieser Kraft gegenüber keine Rolle spielt. Alte und junge Individuen,

kräftige und schwächliche, gesunde und kranke werden in gleicher Weise leicht und rasch getödtet; die körperliche Eigenthümlichkeit kommt hier nicht in Betracht.

In einem der von mir mitgetheilten Fälle (Beob. 6, Obd.-Pr. Nr. 2) hat, wie aus dem bezüglichen Gutachten (siehe S. 87) hervorgeht, thatsächlich die Frage eine Rolle gespielt, ob die vorhanden gewesene Lungentuberculose des durch Elektricität Verunglückten einen Einfluss auf das Zustandekommen des Todes geübt habe? Sie wurde sachgemäss verneint.

Begründung der Schuld. Die Frage, ob eigenes oder fremdes Verschulden vorliege, wird nur in vereinzelten Fällen vom ärztlichen Sachverständigen allein zu lösen sein, vorwiegend ist dies eine richterliche Aufgabe. Dieser baut den Schuldbeweis aus den von ihm erhobenen Thatumständen auf. Sache des Gerichtsarztes ist es, die subjectiven Angaben über den Hergang der That an der Hand der erhobenen Befunde auf ihre objective Wahrheit oder Wahrscheinlichkeit zu prüfen. Dabei kommt er nicht zu selten in die Lage, Angaben zurückzuweisen oder richtig zu stellen, weil sie mit den objectiven Befunden nicht in Einklang gebracht werden können. Mitunter liegt die Entscheidung über die Schuldfrage auch ganz in seinem Bereich, wenn Verletzungen von solcher Art und in solcher Lage gefunden werden, dass sie nur durch fremde Hand beigebracht worden sein konnten.

Beim Tode durch Elektricität wird es sich wohl fast ausnahmslos nur insoferne um ein fremdes Verschulden handeln, als Fahrlässigkeit vorliegt. (§ 335 öst. St.-G.-B., §§ 222 und 230 deutsch. St.-G., §§ 229 und 238 öst. St.-G.-Entw.). Um diese beurtheilen zu können, muss sich auch der Arzt mit einigen besonderen Kenntnissen auf dem Gebiete der Elektrotechnik vertraut gemacht haben, und er muss einigermaassen einen Ueberblick besitzen über die verschiedenen Möglichkeiten elektrischer Unfälle durch eigenes oder fremdes Verschulden. Zu dem Zwecke habe ich im Folgenden die elektrotechnische Analyse der Weizer Verunglückung als Beispiel einer sachgemässen bezüglichen Untersuchung angefügt und am Schlusse dieses Abschnittes eine grössere Zahl elektrischer Verunglückungen, die ich aus der Literatur gesammelt, in Kürze mitgetheilt.

Dass übrigens die Elektricität auch schon zur Ausübung verbrecherischer Handlungen in Verwendung gezogen worden ist, beweist ein im Jahre 1889 an Professor Vigano in Bra (Piemont) verübtes elektrotechnisches Attentat. Bei der ausserordentlichen Eignung hochgespannter elektrischer Ströme zur sicheren und fast augenblicklichen Tödtung eines Menschen müsste allerdings auch auf die Möglichkeit eines verbrecherischen Angriffes Bedacht genommen werden.

Auch ein vollkommen sicher gestellter Selbstmord durch Elektricität ist schon beobachtet worden.

Untersuchung elektrischer Verletzungen an Lebenden. Diese Aufgabe ist eine rein ärztliche Thätigkeit und wird in der Regel keine besonderen Schwierigkeiten bieten. Der Gerichtsarzt wird sich hiebei zu erinnern haben, dass zwei Arten von Störungen bei jeder starken elektrischen Einwirkung zur Beobachtung kommen: die örtlichen und die allgemeinen. An den Stellen der Einwirkung sind ausnahmslos Brandeffecte vorhanden, welche sehr verschiedene Grade bis zur tiefgreifenden Nekrose und stellenweisen Verkohlung haben können. Ihre Erkennung und Beurtheilung erfolgt nach allgemein bekannten Normen, da sich die elektrischen Verbrennungen in keiner Weise anders verhalten wie andere.

Zur Feststellung der vielfachen und manchmal complicierten Allgemeinstörungen im Gebiete des centralen und peripheren Nervensystems werden die klinischen Methoden der Neuropathologie herangezogen werden müssen, und wird man sich hiebei an die fast ausnahmslos beobachtete Thatsache zu erinnern haben, dass die Verletzten übertreiben. Die schwierige Aufgabe des Gerichtsarztes ist die Erkennung und Festlegung des Thatsächlichen. Gegenüber von Symptomen, wie Kopfschmerz, Schwindel, Schmerzhaftigkeit gewisser Körperstellen, Neuralgien, Angstgefühlen, Herzpalpitationen, Aufgeregtheit, Schlaflosigkeit, wie sie hier in Betracht kommen, ist dies nicht leicht und wird oft eine fortgesetzte Beobachtung erfordern. Weniger schwierig werden Lähmungen und Empfindungsstörungen nachzuweisen sein.

Aber nicht nur mit der Uebertreibung, auch mit bewusster Simulation wird der Gerichtsarzt zu rechnen haben, wie folgende interessanten Beispiele lehren: Dr. C. Knapp[1]) berichtet über einen Kutscher, welcher beim Ueberschreiten der Schienen der elektrischen Eisenbahn eine Entladung bekommen zu haben glaubte. Infolge des eingebildeten Schlages bot er alle Symptome eines typischen traumatischen Hysterismus dar. Thomson erzählt von einem 50jährigen Manne, welcher eines Tages einen tödtlichen elektrischen Unfall mit ansah, dass er zwei Wochen später zufällig an einen todten Draht angestossen sei, d. h. an einen, der keinen Strom enthielt. Er stürzte bewusstlos zusammen, und schon nach einigen Stunden waren die Erscheinungen einer traumatischen Neurose unverkennbar entwickelt. Es zeigte sich Hemiplegie und Hemianästhesie. Ein höchst lehrreicher Fall einer elektrischen Schreckneurose!

Begründung des Wesens und der Ursachen der Verletzungen. Diese gerichtsärztliche Aufgabe fällt im ganzen zusammen mit dem, was über den Nachweis des ursächlichen Zusammenhanges bei den tödtlichen elektrischen Unfällen schon oben gesagt worden ist. Beach-

[1]) Dr. Knapp, Boston medical Journal. 1890.

tenswert ist hiebei der Umstand, dass durchaus nicht alle am Körper eines elektrisch Beschädigten vorhandenen Verletzungen direct von der elektrischen Einwirkung herrühren, sondern dass sich auch solche Beschädigungen vorfinden können, welche durch den nachfolgenden Fall oder Sturz entstanden sind.

Beurtheilung der Folgen. Es ist dies meines Erachtens keine so ganz einfache und selbstverständliche Sache, weil wir es hier mit ganz eigenartigen Beschädigungen zu thun haben. Die unmittelbaren Folgen der elektrischen Einwirkung sind nämlich fast ausnahmslos ausserordentlich schwere und bedrohliche, welche jedoch meist kurz andauern. Die weiteren Folgen sind oft geringfügig und rasch vorübergehend (vergl. Beob. 1—4). Legt man als Maasstab für die Schwere der Verletzung nur die thatsächliche Dauer der Gesundheitsstörung und Berufsunfähigkeit unter, dann wird in der Regel die Qualification der leichten körperlichen Beschädigung (§ 411 öst. St.-G.-B., § 234 deutsch. St.-G.) zutreffen.

Erwägt man jedoch das Wesen des selbst rasch vorübergehenden elektrischen Shocks, dann wird man als denkender Arzt schwere Bedenken gegen eine solche Beurtheilung nicht zu unterdrücken vermögen. Wie oben dargelegt wurde, stürzen die Menschen in der Regel bewusstlos zusammen. Die Bewusstlosigkeit kann Minuten, aber auch Viertel- und ganze Stunden andauern. Während dieser Zeit und darüber hinaus bestehen zudem schwere Störungen der Respiration und der Herzthätigkeit, kurz es sind Erscheinungen vorhanden, die einer schweren Gehirnerschütterung vergleichbar sind. So lange diese ersten und unmittelbaren Symptome andauern, besteht Lebensgefahr, und niemand könnte zu dieser Zeit bestimmen, ob der Verletzte am Leben bleiben oder zugrunde gehen wird. Auch bei den tödtlichen Fällen sind gar nicht selten zunächst nur diese schweren Shockerscheinungen vorhanden gewesen, während welcher mitunter erst 10, 20, 40 Minuten nach der Einwirkung und noch später der Tod eingetreten ist; nur in einem Bruchtheil der Fälle erfolgte dieser augenblicklich, blitzähnlich.

Aufgrund dieser Ueberlegung wird man wohl nicht umhin können, die elektrischen Beschädigungen, welche unter solchen schweren Anfangssymptomen verlaufen, ganz abgesehen von der Dauer der bewirkten Gesundheitsstörung als ihrer allgemeinen Natur nach, „an sich schwere“ Verletzungen im Sinne des § 152 öst. St.-G.-B. und des § 132 öst. St.-P.-O. zu erklären. Man wird dies thun müssen mit Rücksicht auf die Lebenswichtigkeit der geschädigten Organe: Gehirn, Herz und Lungen.

Die folgenden Gutachten mögen als Beispiele hier Platz finden. Die Fragen des Untersuchungsrichters im Falle Würtenberger enthalten dasjenige, was in der Regel von Seite des Richters bei elektrischen Verunglückungen für nothwendig erachtet wird.

Im übrigen dürfte sich wohl eine Schwierigkeit in der forensischen Beurtheilung nicht ergeben. Dasjenige, was den elektrischen Verletzungen in gerichtlich-medicinischer Hinsicht eigenthümlich ist, glaube ich ausreichend dargelegt zu haben. Mit Hilfe dieser Darlegungen und an der Hand der angefügten ärztlichen und technischen Gutachtensbeispiele und der Casuistik elektrischer Verunglückungen wird es nicht schwer sein, sich in künftigen Fällen zurechtzufinden.

Fragen des Untersuchungsrichters im Falle Würtenberger (Innsbruck). (Vergl. S. 41 und 53.)

1. Welches war die den eingetretenen Tod des Otto Würtenberger zunächst bewirkende Ursache, und wodurch wurde dieselbe erzeugt, beziehungsweise ist es sicher anzunehmen, dass die Ursache in der Einwirkung eines elektrischen Stromes bestand, und lässt sich aus dem Befunde erkennen, in welcher Weise der Strom auf den Körper eingewirkt habe?

2. War das constatierte Ergreifen mit der Hand eines sogenannten Starkstrom führenden Telephondrahtes durch Otto Würtenberger an sich schon zur Herbeiführung des Todes geeignet, oder dürfte der Tod erst durch das Hinzutreten des Umstandes, dass Würtenberger mit Lungenkrankheit behaftet war, herbeigeführt worden sein?

3. Ist aus dem Obductionsbefunde zu erkennen, dass ein Verschulden anderer, und eventuell in welcher Richtung, vorliege?

Gutachten.

1. Die den Tod des Otto Würtenberger bewirkende Ursache war Ueberreizung und schliessliche Lähmung der nervösen Organe, welche der Thätigkeit der Kreislaufs- und Athmungswerkzeuge vorstehen. Die durch die Ueberreizung der genannten Organe bedingten Störungen finden ihren Ausdruck in dem in der Leiche Würtenbergers vorgefundenen Lungenödem (Bef. Nr. 10), den Blutungen an der Pleura (Bef. Nr. 6) und der dunkelflüssigen Beschaffenheit des Blutes (Bef. Nr. 5, 6. 12).

Die Annahme, dass die Ueberreizung und schliessliche Lähmung der Blutkreislaufs- und Athmungsorgane durch Einwirkung eines starken elektrischen Stromes hervorgebracht wurde, der durch Berührung eines Leitungsdrahtes in den Körper Würtenbergers eingeleitet worden war, machen höchstwahrscheinlich die an der Leiche vorgefundenen Verbrennungsflecken und Abschürfungen an der Volarseite der Finger der linken Hand (Bef. Nr. 2), und zwar aufgrund ihrer Beschaffenheit und Lage, besonders aber wenn sie zusammengehalten werden, mit dem Befunde von Blutungen entlang der Scheide der grossen Gefässe und Nerven am linken Vorderarme, im zweiköpfigen Muskel des linken Oberarmes und in der Haut des Rückens (Bef. 18, 1).

Die Localisation dieser Blutungen und der Verbrennungsfleckchen gestattet mit höchster Wahrscheinlichkeit den Schluss, dass der Strom den durch sie bezeichneten Weg durch den Körper genommen hat. Die Blutungen an und für sich weisen auf die während des Lebens des Verunglückten stattgefundene Einwirkung des elektrischen Stromes hin.

2. Die Veränderungen am Oberlappen der rechten Lunge (Bef. Nr. 11) sind sicher als kein den Tod herbeiführendes Moment zu betrachten und als ein den Tod beschleunigendes wohl ebenfalls nicht, weil ihre Ausdehnung eine zu geringe ist und auch die Section keinerlei Zeichen einer infolge dieser Lungenkrankheit bereits eingetretenen Herabsetzung des Ernährungszustandes oder eines Kräfteverfalles aufdeckte. Wir können also nicht anstehen, zu erklären, dass das constatierte Ergreifen eines sogenannten

Starkstrom führenden Telephondrahtes mit der Hand im gegebenen Falle an sich schon zur Herbeiführung des Todes geeignet war.

3. Aus dem Obductionsbefunde sind keinerlei Anhaltspunkte dafür zu gewinnen, ob ein Verschulden anderer vorliege.

Innsbruck, 25. März 1894.

Abgesondertes Gutachten im Falle Ellemonter (Innsbruck).
(Vergl. S. 45 ff.).

I. Bei der Obduction der Leiche des Andreas Ellemonter sind folgende Verletzungen vorgefunden worden:

a) nicht sugillierte, oberflächliche, streifige Hautabschürfungen an der rechten Stirnseite und über der rechten Augenbraue (3.);

b) nicht sugillierte Hautabschürfungen an der Innenseite des rechten und eine schwach sugillierte an der Innenseite des linken Ellbogengelenkes (5. u. 6.);

c) eine geplatzte Blase an der Beugeseite des Endgliedes des linken Zeigefingers und schräg dahinter an der Radialseite des Mittelgliedes dieses Fingers eine längsgestellte noch geschlossene zweite Blase (6.);

d) ein bohnengrosser oberflächlicher Brandeffect am Rücken mit umfänglichen und zahlreichen Blutungen in seiner Umgebung, sowie in den Weichtheilen unterhalb desselben bis an den Knochen (7.);

e) zahlreiche Blutaustritte an der Vorderseite der letzten Halswirbel, sowie längs der ganzen Brustwirbelsäule, welche regelmässig symmetrisch zu beiden Seiten der Wirbelkörper gestellt sind und sich in den unteren Abschnitten der Thoraxräume auch zwischen die Rippen und auf das Zwerchfell hin ausbreiten, sowie sie sich auch an den längs der Wirbelsäule herablaufenden Organen des hinteren Thoraxraumes, der Speiseröhre und Brustaorta in grosser Menge vorfinden, ohne dass die Continuität irgend eines Brust- oder Bauchorganes gestört wäre. Endlich sind auch Blutaustretungen im Wirbelcanale selbst ohne Verletzungen des Rückenmarkes vorgefunden worden.

II. Aus den Erhebungen hat sich ergeben, dass E. in einem Raume sich befunden hat, in welchem 3 blank gemachte Kabelenden und ein blanker Verbindungsdraht einer elektrischen Starkstromanlage in leicht erreichbarer Höhe vom Fussboden vorhanden waren. Dort ist er im sterbenden Zustande aufgefunden, an den Armen erfasst und in eine Ecke geschleppt worden, wo er nach wenigen Minuten starb.

III. Im Hinblick auf diese festgestellten Umstände und unter Berücksichtigung ihrer Lage und Beschaffenheit finden die oben angeführten Verletzungen und pathologischen Veränderungen am Körper des E. nachfolgende naturgemässe Erklärung:

1. Die unter I. a angeführten Hautabschürfungen an der Stirne sind unzweifelhaft durch das Hinstürzen des Verunglückten auf den mit Sand bestreuten Boden entstanden.

2. Die correspondierenden und congruenten Hautabschürfungen an der Innenseite beider Ellbogengelenke sind durch das Aufheben und Schleppen zu Stande gekommen, indem gerade diese Stellen dem grössten Drucke der entgegengestemmten Daumen beim festen Anfassen ausgesetzt sind.

3. Alle anderen vorangeführten Verletzungen sind nach der Sachlage unbedingt auf die Einwirkung eines hochgespannten elektrischen Stromes zu beziehen u. zw. in der Weise, dass die Brandeffecte am Zeigefinger der linken Hand die Eintrittsstelle, der Schorf am Rücken die Austrittsstelle, die eigenartigen symmetrischen Blutungen längs der Wirbelsäule den Weg bezeichnen, welchen der Strom im Körper zurückgelegt hat.

4. Da nun in dem Leitungsdrahte eine Stromstärke vorhanden war, welche im Stande ist einen Menschen zu tödten, und da keine Veränderungen vorgefunden wurden, welche den plötzlichen Tod des jungen, kräftigen, vollkommen gesunden Mannes auf eine andere Art zu erklären vermöchten, so ist es für uns ausser allem Zweifel, dass der

Tod des Ellemonter durch die Einwirkung des elektrischen Stromes hervorgerufen worden ist.

5. Als unmittelbare, nächste Todesursache hat die Obduction Lungenödem, also einen Zustand ergeben, der durch Störungen in der Athmung und im Kreislauf entsteht und als eine besondere Art der Erstickung aus inneren Ursachen angesehen werden muss.

6. Objective Anhaltspunkte für die Annahme eines fremden Verschuldens sind nicht nachgewiesen worden.

Innsbruck, am 4. Juni 1892.

Seitens der technischen Sachverständigen ist über die Verunglückung noch folgende Erklärung abgegeben worden:

Wir erklären es zunächst als nothwendig, dass für die Aufrechterhaltung des Strombetriebes während der Nachtzeit die Verbindung der beiden Kabel vorgenommen wurde. Da diese Verbindung als provisorische nur für wenige Stunden ausgeführt wurde, so scheinen weitere Versicherungsmaassregeln, Isolierungen u. s. w., mit besonderer Rücksicht darauf, dass der Raum unter sicherem Verschlusse gehalten wurde und nur den Monteuren und Bediensteten zugänglich gewesen sein soll, als überflüssig, wobei wir voraussetzen, dass diese Leute ordentlich gewarnt worden sind.

Gutachten im Falle Moser (Weiz).
(Vergl. S. 39 und 58.)

1. Die den Tod des Alois Moser zunächst bewirkende Ursache war Erstickung durch Lähmung der Centren für die Respiration und Circulation.

2. Dieselbe kann durch Entladung eines elektrischen Stromes sehr wohl verursacht worden sein, und ist der Tod nach dem Obductionsergebnisse unzweifelhaft ganz kurze Zeit nach der Einwirkung eingetreten.

3. Die frischen Brandwunden an der rechten Hand und dem linken Fusse sind durch Contact dieser Hautstellen mit guten Leitern entstanden und sprechen für die Einwirkung eines sehr starken elektrischen Stromes.

Weiz, am 19. Juni 1894.

Der nachfolgende Bericht zweier auf dem Gebiete der Elektrophysik besonders bewanderter und hervorragender Fachmänner, welche als technische Sachverständige bei dem Weizer Falle mitgewirkt haben, enthält in ungemein klarer Darstellung so viele elektrotechnische Einzelheiten von allgemeiner Wichtigkeit, deren Kenntnis auch dem Gerichtsarzte unentbehrlich ist, dass ich glaubte, demselben im Interesse der Sache hier Raum geben zu sollen.

Ueber die Anlage des Weizer Elektricitätswerkes und die Ursache des Unfalles entnehme ich aus dem Erläuterungsberichte der Herren Professoren Dr. A. v. Ettingshausen und Dr. L. Pfaundler nachfolgendes:

Bei der Anlage in Weiz wird in der Centrale, die circa drei Kilometer ausserhalb des Marktes liegt, durch eine Maschine ein Wechselstrom von niedriger Spannung (circa 85 Volt) erzeugt, welcher in einem grossen Stationstransformator in einen schwächeren Strom von hoher Spannung — gegen 2000 Volt — umgewandelt wird. Ein hochgespannter Strom lässt sich ohne allzu bedeutende Verluste auch auf grosse Entfernungen mittelst mässig dicker Drähte fortleiten. In Weiz wird der Hochspannungsstrom,

Fig. 3.

Schematische Darstellung
der electrischen
Beleuchtungs-Anlage in Weiz
von der Centrale bis zur Unglücksstelle
am 18. Juni 1894.

welcher lebensgefährlich ist, mittelst auf Holzstangen angebrachten Oel-Isolatoren in den Markt geführt; dort sind an diese Hochspannungsleitung wieder Transformatoren angelegt (Vertheilungstransformatoren), welche von dem gefährlichen Strome durchflossen werden und denselben in einen solchen von der gewöhnlichen, ungefährlichen, für die Beleuchtung dienenden Spannung von 110 Volt wieder zurückverwandeln.

Jeder Transformator besteht aus Eisenplatten und zwei Drahtwickelungen, die das Eisen umgeben oder von diesem umgeben werden; durch die eine — primäre — Wickelung, die aus vielen Windungen dünnen Drahtes besteht, fliesst der hochgespannte Strom, durch die zweite — secundäre — Wickelung dagegen, welche verhältnismässig wenige Windungen stärkeren Drahtes besitzt, fliesst der ungefährliche Lampenstrom. Beide Wickelungen müssen von einander, die Hochspannungswicklung auch noch vom Eisen des Transformators aufs sorgfältigste isoliert sein, so dass ein Uebergang des gefährlichen Stromes aus der primären Wickelung in die secundäre oder in das Eisen des Transformators vollständig ausgeschlossen sein soll.

Die Transformatoren stehen deshalb in grossen, mit Mineralöl gefüllten eisernen Kästen, welche wieder mit starken Schrauben an hölzerne Tragsäulen in der Höhe von etwa vier Metern über dem Erdboden befestigt sind. Der eiserne Kasten ist durch einen Kupferdraht mit einer in die Erde eingegrabenen Kupferplatte verbunden; ebenso ist an einer Stelle der secundäre Draht mit dem Eisenkasten in leitender Verbindung. Dies bezweckt, damit im Falle eines Ueberganges des hochgespannten Stromes in die secundäre Wickelung oder in die mit derselben zusammenhängenden Lampenleitung, beziehungsweise in das Eisen des Kastens sofort eine unschädliche Ableitung der Elektricität zur Erde eintrete, so dass Personen, welche die secundäre Leitung berühren und mit dem Erdboden in leitender Verbindung sind, nicht gefährdet werden sollen.

Zur Veranschaulichung der Verhältnisse dienen die Skizzen (Fig. 3 und Fig. 4), deren eine die Einrichtung znm Transformieren der Ströme zeigt, während die zweite eine schematische Darstellung der ganzen Anlage und der Stelle des muthmaasslichen Stromüberganges, sowie eine Versinnbildlichung der Verunglückungsstätte und des wahrscheinlichen Vorganges hiebei ist.

Als mögliche Ursachen, die bei dem Unglücksfalle zusammengewirkt haben konnten, wurden von den Herren technischen Sachverständigen Prof. L. Pfaundler und Prof. A. v. Ettingshausen bezeichnet:

1. Nicht ausreichende Isolierung der Einführungsdrähte für den Hochspannungsstrom am Transformator.

2. Nicht genügend kleiner Widerstand der Erdableitung von Secundärdraht und Transformatorkasten.

3. Mangel entsprechender Bleisicherungen in der Centrale.

Der Besitzer des Elektricitätswerkes, Herr Ingenieur **Pichler**, glaubt das Unglück auf folgende Umstände zurückführen zu können:

1. auf eine aussergewöhnliche Ursache, welche das plötzliche Durchschlagen der Isolation an der Einführungsstelle bewirkte. Als solche kann

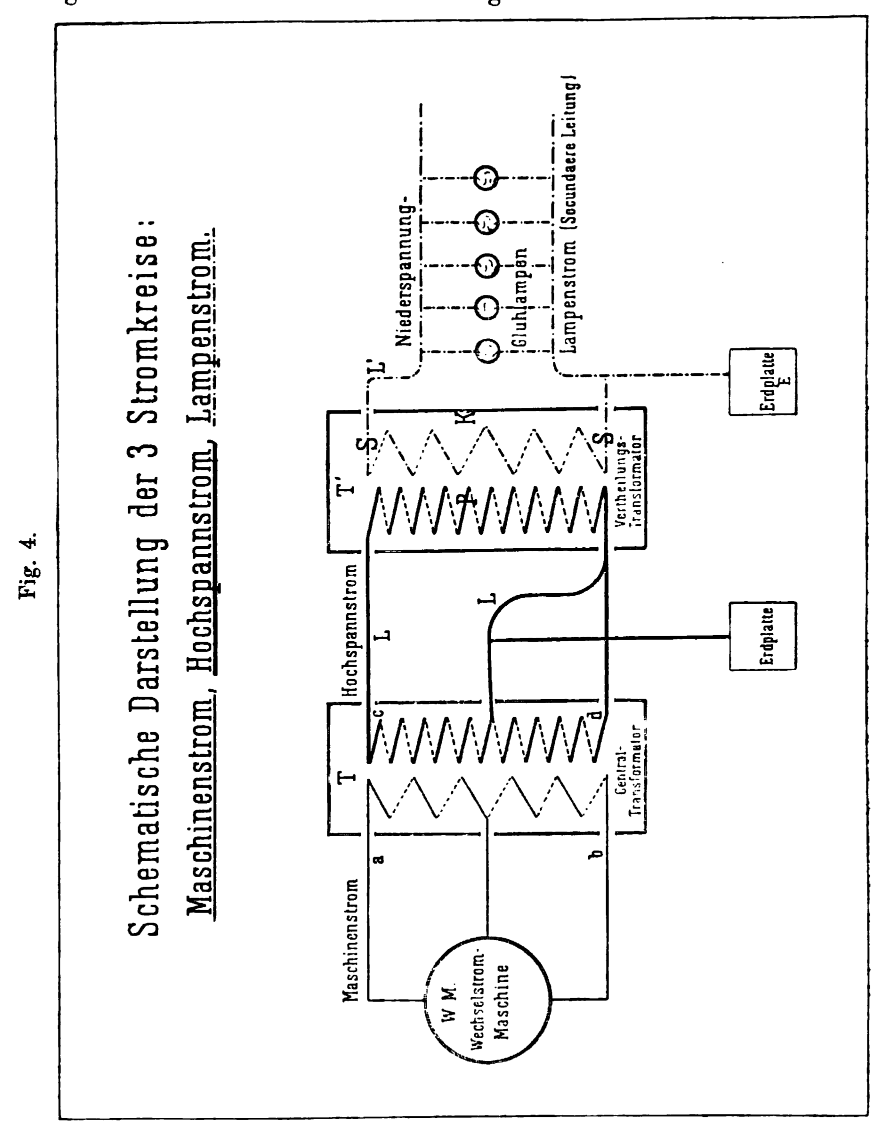


Fig. 4.

bei dem erst später bekannt gewordenen Umstande, dass zur selben Zeit auch ein Einführungsrohr bei einem anderen Transformator durchgeschlagen wurde, eine *atmosphärische Entladung* angenommen werden.

2. auf das Vorhandensein einer Erdleitung am Mittelleiter, welche einen vollen Spannungsausgleich der Secundärleitung mit der Erde verhinderte;

3. auf den unglücklichen Zufall, dass der getödtete A. Moser, welcher als erster nach dem Uebergange des hochgespannten Stromes in die secundäre Leitung Theile der letzteren berührte, mit schlecht bekleideten Füssen auf einem gut leitenden Fussboden stand, daher nicht isoliert war.

In einem Schlussgutachten anerkannten die technischen Sachverständigen die Möglichkeit einer atmosphärischen Einwirkung als Ursache des Uebertrittes von hochgespanntem Strom in die Niederspannungsleitung. Sie erklärten, dass der Unglücksfall nicht durch sträfliche Fahrlässigkeit irgend einer Person, sondern durch das Zusammentreffen einer Reihe unglücklicher Zufälle herbeigeführt zu sein scheine. Die Untersuchung wurde daraufhin eingestellt.

Casuistik tödtlicher Verunglückungen.

1. Fall. Ein Mann namens Moore wurde durch einen elektrischen Schlag getödtet. Derselbe war in dem Stahlwerke der Herren Bolkow, Vougham & Co. (Limited) als Maschinist angestellt. Er hatte gerade seine Dampfmaschine untersucht, als die zur Beleuchtung des Maschinenhauses dienende Lampe ausgieng. In der Absicht, die Kohlen zu adjustieren, griff Moore nach der Lampe. Kaum hatte er dieselbe berührt, als er sofort todt umfiel. (Centralbl. f. Elektr. 1885, S. 20.)

2. Fall. Auf der in England gebauten kaiserlich russischen Yacht „Livadia" ereignete sich am 22. October 1880 folgender Unglücksfall. Das ganze Schiff wird mittelst elektrischen Lichtes (System Jablochkoff) beleuchtet; eine Lampe im Heizraume sollte niedriger gehängt werden, und dem Heizer wurde aufgetragen, dieselbe einen Augenblick zu halten. Unglücklicherweise fasste er die Lampe derart an, dass der elektrische Strom von der Jablochkoff'schen Kerze abgelenkt wurde und seinen eigenen Körper passierte. Die natürliche Folge war der augenblickliche Tod des Unglücklichen. (Daily Telegraph vom 23. October 1880.)

3. Fall. Tod eines Arbeiters in Hatfield-House, dem Wohnsitze des Marquis of Salisbury, durch Berühren einer Polklemme, was meist ungefährlich ist; er streifte jedoch hiebei gleichzeitig an eine zweite Klemme entgegengesetzter Polarität. (Zeitschr. f. angewandte Elektricitätslehre 1882, S. 49, aus dem Artikel von Uppenborn: „Gefahren hochgespannter Ströme".)

4. Fall. Auf eine merkwürdige Weise ist in Oberhausen auf der Gutehoffnungshütte ein Arbeiter ums Leben gekommen (1889). Derselbe, auf dem Dache des Werkes mit einer Arbeit beschäftigt, glitt aus und fasste nach der elektrischen Drahtleitung. Eine Zuckung des Körpers, und der Mann war eine Leiche. Nachdem die Dynamomaschine ausser Thätigkeit gesetzt worden, war es nicht leicht, die um den Draht geballte Faust loszulösen. (Centralbl. f. Elektrotechnik 1889, Nr. 1, S. 4.)

5. Fall. In New-York wurde am 20. November 1890 ein Commis in der 8. Avenue getödtet. Als er nämlich einen metallenen Schaukasten, der vor dem Laden auf dem Trottoir stand, wegrücken wollte, berührte das Metall desselben den Kohlenstift einer vor dem Laden hängenden elektrischen Lampe. Der Commis stiess einen lauten Schrei aus und stürzte als Leiche zu Boden. (Ztschr. f. Elektrotechnik 1890, S. 15.)

6. Fall. Wie man „Electrical-Review", London, aus La Rochelle schreibt, fand Ende Mai 1890 Herr E. Kirchoff, ein Beamter der elektrischen Station zu Viezon, auf eigenthümliche Weise seinen Tod durch Elektricität. Derselbe wurde nach La Rochelle gesandt, um einige Versuche auszuführen. Im Verein mit Herrn Fougerat, dem Director der Station, führte er gewisse Versuche mit den Blitzableitern aus, welche zum Schutze der zur Stadt führenden Beleuchtungskabel dienen. Herr Fougerat befand sich im

Maschinenraum, Herr Kirchoff mit zwei elektrischen Drähten ein wenig hinter ihm. Die beiden Drähte waren an ihren Enden auf eine Länge von 20 *cm* von dem Isolierungsmaterial entblösst. Das Ende des einen der Drähte war an einem Kupferhahn befestigt, welcher sich über einem etwas Wasser enthaltenden Becken befand. Um das Experiment zu machen, musste Herr Kirchoff behufs Schliessung des Stromkreises den andern Draht mit dem an dem Kupferhahn befestigten verbinden. Ein Versuch war bereits gemacht worden; um zu sehen, ob er gelungen sei, gieng Herr Kirchoff nach dem Maschinenraume, ohne darauf zu achten, dass der Draht, den er in der Hand hielt, in das Wasserbecken fiel. Nach seiner Rückkehr wollte er, um das Experiment zu wiederholen, den in das Becken gefallenen Draht herausholen. Anstatt aber denselben an dem mit isolierendem Material versehenen Ende anzufassen, ergriff er ihn an dem unbedeckten Ende und fiel sofort nieder. Einige Minuten später wurde er todt aufgefunden, den Draht noch in der Hand haltend, welche mit tiefen Brandwunden bedeckt war. (Elektrotechn. Zeitschrift 1890, S. 364.)

7. Fall. In der Centralstation der elektrischen Beleuchtung zu Temesvar ereignete sich am 14. November 1890 folgender Unglücksfall: Gegen halb sechs Uhr abends, als die Maschinen der Strassenbeleuchtung eben in Function gesetzt wurden, gerieth der Hauptriemen in unregelmässige Schwingungen. Der Dynamowärter und der Werkführer sprangen mit Spreizstangen hinzu, um eine Abrutschung des Riemens zu verhindern, während ein seit vier Wochen bei der Anlage beschäftigter Schlosser, der 24jährige Franz Schneider, zur Dynamomaschine eilte, um die Bürsten abzustellen. Schneider war dazu gar nicht befugt und wollte offenbar seine Dienstfertigkeit beweisen. Dies sollte ihm aber verhängnisvoll werden. Anstatt den Kautschukgriff anzufassen, ergriff er mit beiden Händen die Bürsten, und der ganze Strom von 2000 Volt gieng durch den Körper des Unglücklichen, der in demselben Moment todt blieb, und dessen Leiche gewaltsam von der Maschine entfernt werden musste. Wiederbelebungsversuche blieben vergebens. (Elektrot. Ztschrft. 1890, S. 639.)

8. Fall. Wie fehlerhafte Anlagen Unglücksfälle herbeiführen können, beweist der Unfall, der einen Reiter in einer Strasse zu Nancy traf. Die Stadt Nancy besitzt eine Centralstation für die Vertheilung elektrischer Energie nach dem Wechselstromsystem. Diese Station umfasst 3 Ferranti-Wechselstrommaschinen, jede zu 120 Kilowatt bei 2400 Volt Spannung, welche von 3 Remington-Dampfmaschinen zu je 125 Pferdestärken angetrieben werden. Das Leitungsnetz ist aus concentrischen, nicht mit Kautschuk, sondern mit Jute isolierten Kabeln hergestellt. Ueberdies sind diese Kabel, welche nur durch eine äussere Umspinnung mit Hanf geschützt sind, direct in die Erde verlegt. An den Verbindungsstellen befinden sich Kästen aus Gusseisen, welche 50—60 *cm* tief in den Boden verlegt sind. In diesen Kästen werden die Anschlüsse der Abzweigungen ausgeführt. Das Kabel wird in der Mitte und an der äusseren Partie blank gemacht, da das Kabel concentrisch ist. Nachdem die Verbindungen gemacht sind, wird der Kasten mit „Brei“ angefüllt, der nichts anderes ist als eine Art Theer. Die Anlage lässt also sowohl in Bezug auf das Kabel, als auf dessen Verlegung und Isolierung sehr viel zu wünschen übrig. Trotz aller Uebelstände wurde das fehlerhafte Leitungssystem mit nur geringen Aenderungen beibehalten. Am 23. November 1890 trat denn auch ein Unglücksfall ein. Ein Pferd wurde auf der Strasse durch einen elektrischen Schlag getödtet. Auch der Reiter wurde von einem starken Schlage getroffen und musste nach dem Hospital geschafft werden. (Centralbl. f. Elektrotechnik 1890, S. 667.)

9. Fall. Der Werkführer eines Elektricitätswerkes in New-York, der mit der Reparatur der Luftleitungen in der zweiten Avenue beschäftigt war, wurde, als er aus Unachtsamkeit einen Leitungsdraht berührte, von einem Schlage getroffen. Er blieb eine Zeit lang zwischen den Drähten hängen. Als er herunter geholt wurde, athmete er noch, doch verschied er kurze Zeit darauf. (The electric age 1890.)

10. Fall. In der Centralstation zu Troyes verunglückte ein Arbeiter dadurch, dass er, mit dem Aufstellen eines Transformators beschäftigt, beim Verlassen des Kellers, in dem er mit noch anderen Arbeitern unter Leitung eines Ingenieurs beschäftigt war, stolperte und, um das Gleichgewicht nicht zu verlieren, nach dem Transformator griff, der sich in einem Kasten befand. Dabei riss er den Kasten mit sich, der Primärdraht wurde infolge dessen von den Klemmen losgerissen und mit dem Transformator in Contact gebracht. Dieses Stück fiel dem Arbeiter auf die Beine; er war sofort todt. (Bullet. int. de l'Electr. 1890.)

11. Fall Im Juli 1892 wurde auf den Kaliwerken zu Aschersleben der dort beschäftigte Dachdeckerlehrling Höhle von der elektrischen Leitung getödtet. Derselbe war trotz ausdrücklicher Verwarnung der Leitung zu nahe gekommen und sofort leblos zusammengestürzt. Die ärztlicherseits angestellten Wiederbelebungsversuche waren erfolglos. (Elektrotechn. Ztschr. 1892, S. 442.)

12. Fall. Am 30. Juli 1892 wurde in der Centralstation des städtischen Elektricitätswerkes zu Köln ein Arbeiter beim Maschinenputzen durch den elektrischen Strom getödtet. (E. T. Z. 1892, S. 453.)

13. Fall. Am 11. Juni 1892 ereignete sich in der Centrale der internationalen Elektricitätsgesellschaft in Wien ein Unglücksfall. Stefan Nemetz, 32 Jahre alt, hatte mit zwei anderen Arbeitern im Rheostatenraume Grundwasser auszuschöpfen; er arbeitete in unmittelbarer Nähe des Rheostaten, als er nach Aussage der beiden anderen plötzlich einen gellenden Schrei ausstiess und, mit dem Gesichte zur Erde gekehrt, todt hinstürzte. Es gieng ein Wechselstrom von 2000 Volt Spannung durch den Apparat. Bei der von E. v. Hofmann ausgeführten Obduction fanden sich streifige Excoriationen an beiden Schultern und am rechten Arm, welche den Charakter von Verbrennungen 1. und 2. Grades hatten. Das Blut flüssig, die Lungen blutüberfüllt, am Herzen punktförmige Ecchymosen. (Neue freie Presse vom 13. Juni 1892 und Biraud, A. o. O. S. 93. Beob. XI)

14. Fall. Am 2. December 1893 wurde in Bockenheim ein 16jähriger Maurerlehrling namens Bach aus Eschborn in folgender Weise durch Elektricität getödtet: Er war mit anderen Arbeitern am Nachmittage auf einem Gerüst an der Bockenheimer elektrischen Centralstation beschäftigt, kam ins Wanken und griff, um sich zu halten, nach den Drähten der elektrischen Leitung. Alsbald schlossen sich seine Hände, vom Strom krampfhaft zusammengezogen, fest um den Hauptleitungsdraht. Er rief jammernd um Hilfe. Arbeiter eilten herbei, ihn aus seiner Lage zu befreien, aber bis die stromliefernde Maschine abgestellt war, trat der Tod ein.

Ueber diesen Unfall hat die „Frankfurter Zeitung" nachstehende authentische Darstellung des Vorfalles seitens der Elektricitäts-Actiengesellschaft, vorm. W. Lettmeyer & Co., gebracht: Zwecks Ausführung einer Arbeit an der von der Centrale des Elektricitätswerkes Bockenheim nach dem Fabrikviertel daselbst führenden Freileitung waren am 2. December in Gegenwart von Monteuren Leute eines Bockenheimer Weissbindermeisters mit der Aufstellung des hiefür erforderlichen Gerüstes beschäftigt. Der bei Herrn Zimmermeister Ambronn beschäftigte Lehrling Fritz Bach aus Eschborn, der den Monteuren zu Handreichungen beigegeben war, bestieg trotz vorheriger Warnungen seitens der Monteure, die ihn wiederholt auf die Gefährlichkeit der Starkstromleitungen aufmerksam gemacht hatten, die oberste Dielanlage des aus den übereinanderliegenden Bodenlagern bestehenden Gerüstes, trat hiebei auf einen der Starkstromdrähte und griff, vermuthlich infolge eines erhaltenen Schlages, nach einem Stützpunkt, wobei er sich mit der einen Hand an einem Starkstromdrahte und mit der andern an einem niedrige Spannung führenden Drahte festhielt. Auf seine Hilferufe eilten ihm ein auf der gleichen Plattform befindlicher Hilfsmonteur und der auf dem zweiten Stockwerk des Gerüstes anwesende Monteur zuhilfe, doch gelang es diesen beiden Leuten erst nach einigen Bemühungen, den von dem Starkstrom durchflossenen Lehrling von den Drähten loszu-

reissen. Der fast im Augenblicke des eingetretenen Unfalles des Weges kommende Arzt, der, hinzugerufen, sofort Wiederbelebungsversuche vornahm, hatte leider hiemit keinen Erfolg, konnte vielmehr nur noch den bereits eingetretenen Tod feststellen. (E. T. Z. 1893, S. 716.)

15. Fall. In Memphis (V. St. A.) lehnte am Weihnachtsabend 1890 ein Neger an einem eisernen Leitungsträger, an welchem ein loser Telephondraht befestigt war. Ein Beleuchtungsdraht kam mit demselben in Berührung, der Strom gieng durch den Träger und den daran lehnenden Neger, und dieser wurde augenblicklich getödtet. (E. T. Z., 1891, S. 34.)

16. Fall. Am 11. Jänner 1891 wurde in Lyndeburg (Virginia) ein Knabe getödtet, welcher den Ankerdraht einer Stange, welche Lichtleitungen trug, angefasst hatte. Am Tage vorher wurde ein Arbeiter in Boston, als er die Glaskugel einer Glühlampe ersetzen wollte und dabei den Metallring anstatt die Glaskugel selbst anfasste, von einem starken elektrischen Schlage getroffen und ebenfalls sofort getödtet. (E. T. Z., 1891, S. 73.)

17. Fall. In Paris berührte am 16. November 1893 ein Monteur, der als Aufseher für die Accumulatoren von der Popp-Gesellschaft angestellt war, aus Unachtsamkeit den 2500 Volt Spannung führenden Ladestrom und wurde sofort getödtet.

18. Fall. Im November 1893 verunglückte ein Dachdecker zu Grenoble. Er wurde, als er die elektrischen Leitungskabel, welche 2000 Volt Spannung haben, anfasste, augenblicklich getödtet. (E. T. Z., 1893, S. 706.)

19. Fall. In der englischen Stadt Aston (Birmingham) ereignete sich am 20. Jänner 1880 folgender Unglücksfall. Die Bühne des Theaters wird von zwei elektrischen Leuchtapparaten erhellt, deren Leitungsdrähte mit den metallenen Schliessungskammern über dem Orchesterraum hängen, wenn die Apparate ausser Thätigkeit gesetzt sind. Ein Mitglied des Musikcorps kam, wahrscheinlich allzu wissbegierig, mit diesen metallenen Theilen in Berührung, wodurch ein sehr starker, zur Speisung vieler elektrischer Leuchten in anderen Theilen des Hauses ausreichender galvanischer Strom plötzlich durch den Körper des betreffenden Individuums geschlossen wurde. Augenblickliche Bewusstlosigkeit folgte, nach 40 Minuten trat der Tod ein. Eine nähere Schilderung der Erscheinungen liegt nicht vor. (Brit. medic. Journal, Prag. medic. Wochenschr., 1880, S. 59.)

20. Fall. Am 12. October 1891 wurde in Laufen a/N. der 25jährige Monteur Rau durch den elektrischen Strom getödtet. Der Fall bietet dadurch ein besonderes Interesse, dass er sich vor Zeugen ereignete und dadurch besonders genau beobachtet ist. Der Schilderung eines Anwesenden, des Herrn Dr. Heim (Elektrotechn. Zeitschrift, 1891, S. 571) aus Hannover, entnehme ich folgendes: Rau, mit den Vorbereitungen zur Herstellung einer Leitung für eine neue Glühlampe beschäftigt, war auf einen über der Thüre befindlichen, vom Fussboden 2 *m* entfernten Balken gestiegen und dadurch dem blanken Drahte der Hochspannungsleitung auf circa 40 *cm* nahe gekommen. Mit der rechten Hand hielt er sich an einem höher gelegenen Balken und berührte dabei mit der Innenfläche der rechten Hand eine isolierte und stromlose Glühlichtleitung. Infolge Strauchelns oder beim Versuche, herabzusteigen, muss er mit dem Rücken der linken Hand, beim Ausfahren mit dem Arme, den Hochspannungsdraht vorübergehend berührt haben, so dass der Strom durch seinen Körper in die Glühlichtleitung und von dieser zur Erde gieng. An der Stelle, wo er die letzere mit der rechten Hand berührte, befindet sich an dem Balken ein Brandfleck und ist die Isolierung der Glühlichtleitung verkohlt. Er stürzte herab und kam an die Thüre zu liegen.

Er lag mit dem Gesichte nach unten, der Oberkörper war krampfartig zusammengekrümmt. Nachdem er aufgehoben und auf einen Stuhl gesetzt worden war, löste sich die krampfhafte Verziehung des Körpers allmählich, während die Arme und der Brustkorb

noch einigemale zuckten. Etwa 40 Secunden, nachdem der Unfall geschehen, zeigte der Körper keine Bewegung mehr; Gesicht und Hände waren leichenblass, die Augen halb geschlossen, die Glieder schlaff. Der Herzschlag war schon von Anfang nicht mehr zu spüren. An der inneren Fläche der rechten Hand, unterhalb des kleinen Fingers, befand sich eine starke, fast 1 *cm* tiefe Brandwunde, während ein Theil des Handrückens beträchtlich versengt war. Die linke Hand war auf der Aussenseite, an den Fingern sowohl, wie auf dem Handrücken ebenfalls angebrannt, wie durch eine grössere Flamme.

Es wurde nun — wohl zum erstenmale — in ganz zweckentsprechender und sachgemässer Weise die künstliche Athmung eingeleitet. Während dieser Wiederbelebungsversuche, die etwa $1^1/_2$ Stunden unter ärztlicher Leitung fortgesetzt wurden, begann der Körper allmählich zu erkalten und die Augen wurden starr.

Der Tod ist durch die elektrische Ladung und nicht etwa durch den Sturz erfolgt, da der Körper des Verunglückten im übrigen unverletzt war.

21. Fall. Jüngst ereignete sich in Wien ein neuerlicher tödtlicher Unfall, über den ich einem Tagblatte (Deutsche Zeitung vom 29. Juni 1895) Folgendes entnehme:

Heute vormittags ereignete sich ein schrecklicher Unglücksfall, dem ein Menschenleben zum Opfer fiel, und der in seiner Art in Wien keinen Präzendenzfall hat. (?) Ein Monteur, der beim Transformationskasten arbeitete, wurde durch den elektrischen Strom auf der Stelle getödtet.

Im Hause Kolowratring Nr. 9, einem Eckhause gegen die Christinengasse, wird gegenwärtig die elektrische Leitung durch Arbeiter der internationalen Elektricitäts-Gesellschaft untersucht. Die Drähte treffen sich im Keller des Hauses in einem Umschaltungskästchen, das wegen der Gefährlichkeit der Manipulation mit den Aufschriften „Vorsicht!“ und „Nicht berühren!“ von aussen versehen ist. Im Keller waren um die Mittagsstunde die Monteure Johann Danzer und Adolf Nittel, Wieden, Schönburggasse Nr. 26, wohnhaft, mit der Untersuchung beschäftigt. Danzer steht schon seit fünf Jahren als Monteur in Diensten der Gesellschaft und galt als verlässlich. Er manipulierte bei dem Kästchen, Nittel in nächster Nähe. Trotz der bestehenden stricten Vorschrift benützte Danzer die bei derlei Arbeiten als schlechte Leiter der Elektricität schützenden Kautschukhandschuhe nicht. Nittel sah plötzlich im Keller einen Feuerschein, als ob sich zwei Drähte berührten. Er eilte, Böses ahnend, zur Stelle, wo Danzer beim Transformatorkasten gearbeitet hatte, und fand ihn förmlich am Apparate klebend, die Hände an zwei Klemmschrauben, leblos vor. Nittel, der als Kabelaufseher fungiert, versuchte zunächst seinen unglücklichen Kameraden von dem Apparate loszureissen, was ihm schliesslich gelang.

Man berief sofort Aerzte der Rettungsgesellschaft, die aber nur den Tod constatieren konnten. Der Verunglückte hatte am Daumen und Mittelfinger der linken Hand zwei Rinnen, die von den Drähten bis auf den Knochen durchgebrannt waren. Die Linse des linken Auges war vollständig getrübt und aus der Verbindung losgerissen. Es ist wahrscheinlich, dass Danzer, der eben damit betraut war, eine sogenannte Funkenstrecke im Transformator des Hauses einzusetzen, bevor er noch mit der Ausschaltung des Stromes beginnen konnte, von plötzlichem Unwohlsein erfasst, gegen die Transformatormaschine gefallen ist, die eine Stromstärke von 1900 bis 2000 Volt hat. Ohne einen Schrei ausstossen zu können, ist er mit der Schnelligkeit des Blitzes getödtet worden.

Auffällig und gewiss unstatthaft erscheint die Thatsache, dass in diesem Falle an einem gefährlichen Apparate der Anlage Ausbesserungen vorgenommen wurden, während das Werk im vollen Betriebe stand.

Nicht tödtliche Verletzungen.

22. Fall. Ein Angestellter der Elektricitätswerke in San Francisco erhielt am 7. September 1890 durch einen unglücklichen Zufall einen elektrischen Schlag von 2000 Volt direct von der Dynamomaschine. Anfangs glaubte man, er sei todt, nach einiger Zeit aber erholte er sich. Eine seiner Hände ist mit Blasen bedeckt. Ausserdem leidet er an Lungenaffection. (E. T. Z., 1890, S. 525.)

23. Fall. Charles Skerry, der Maschinist für die Nacht an den Elektricitätswerken zu Waltham, Mass., erhielt den ganzen Strom einer Dynamo von 1500 Volt, als er in der Nacht des 1. October 1890 am Schaltbrett etwas vornehmen wollte. Er wurde zu Boden geschlagen. Sein Gehilfe schlug ihm die verhängnisvollen Schaltstöpsel aus der Hand. Skerry's Hände sind stark verbrannt, sonst scheint er keinen dauernden Schaden erlitten zu haben. (Elektrotechn. Zeitschr., 1890, S. 586.)

24. Fall. Ein Angestellter einer elektrischen Beleuchtungsgesellschaft in San Francisco erhielt einen Schlag von 1000 Volt. Der Mann kam mit dem Leben davon, verbrannte sich aber die Hände bis auf die Knochen.

25. Fall. Ein Inspector der Motoren der Thomson-Houston Company erhielt (1890) in Beverly, Mass., einen Schlag von 500 Volt, wodurch er eine halbe Stunde lang bewusstlos wurde. Alsdann erholte er sich wieder, so dass er nachhause gehen konnte. (The electric age 1890.)

26. Fall. Brandenberg theilt folgenden Fall mit: Ein 19jähriger Bursche hat infolge einer Wette die beiden Leitungsdrähte angefasst, welche das $1^1/_2$ Stunden entfernte Maschinenhaus für Elektricität mit der Stadt Zug verbinden. Er fühlte sich von der Leiter, auf der er stand, in die Höhe gezogen. Hierauf riss er sich mit Anstrengung von den Drähten los und stürzte 10 Fuss tief. Er blieb $^1/_2$ Stunde bewusstlos liegen. Am nächsten Tage klagte er über Kopf- und Brustschmerzen, Schwindel, leichte Benommenheit. Bei der Untersuchung waren folgende Symptome auffallend: Sprache etwas zögernd, leichtes Fieber, die Haut an beiden Händen in der volaren Gegend der Metacarpoköpfchen, sowie an den Phalangen schwarz, verbrannt. Gang unsicher. Besonders wurde über Schmerzen in der linken oberen Brusthälfte geklagt. Vom dritten Tage besserte sich der Zustand rasch.

Die Spannung betrug zur Zeit des „Versuches“ 1300 Volt Gleichstrom. „Patient hatte es,“ so bemerkt der Autor, „seiner derben und im entscheidenden Momente wohl auch trockenen Haut zu verdanken, dass er gewissermaassen mit dem blossen Schrecken davongekommen ist.“ (Correspondenzbl. f. Schweizer Aerzte, 1892, Nr. 3. — Wien. med. Wochenschr., 1893, Nr. 14.)

27. Als Beispiel der besonderen Art von Gefahren, die sich beim elektrischen Betriebe ergeben können, diene folgender eigenthümliche Unfall: Auf der Route Barking-Road (London) wurde am 22. Juli 1889 durch einen mangelhaften Stromschlüssel die Accumulatorenbatterie (100 Volt) eines elektrischen Trambahnwagens kurz geschlossen, nachdem gerade die Passagiere ausgestiegen waren. Die momentane Verbrennung der Kabelisolation und die von dem ausserordentlich starken Strome herrührende Gasentwicklung verursachte eine Explosion, welche die Sitze in die Höhe schleuderte und sämmtliche Fenster des Wagens zerstörte.

28. Eine interessante Erscheinung, die zugleich eine neue Gefahr für Menschen und Thiere darstellt, wurde in Paris beobachtet. In den auf den grossen Pariser Boulevards verlegten elektrischen Leitungsnetzen kommen von Zeit zu Zeit Erdschlüsse vor. Der Strassendamm, welcher mit Holz gepflastert ist, wird alsdann elektrisch geladen und die darüber laufenden Pferde empfangen Schläge und bäumen sich auf. (E. T. Z. 1893, S. 706.)

Diese hier kurz mitgetheilten, von mir gesammelten Fälle elektrischer Verunglückungen sollen nur als Beispiele für die mannigfache Art und

Weise, wie sich Unfälle zutragen können, dienen. Sie sind weiterhin eine vielleicht nicht ganz unwillkommene Ergänzung meiner eigenen, im ersten Theile niedergelegten Beobachtungen und enthalten Einiges, was dem Arzte und dem Richter bei der Beurtheilung künftiger Unglücksfälle von Wert sein könnte. Sie sind aber nur eine kleine und zufällige Auslese aus der schon sehr grossen Zahl der gesammten Unfälle, die mit tausend nicht zu hoch veranschlagt sein dürften, darunter mehr als dreihundert Todesfälle.

2. *Die elektrische Hinrichtung.*

(Elektrocution.)

Die Frage über die beste Art, die Todesstrafe zu vollziehen, ist schon wiederholt Gegenstand sehr ernster und gründlicher wissenschaftlicher Untersuchungen gewesen. So hat auch die zuerst (1884) von dem französischen Senator Ed. Charton gemachte Anregung, die Verurtheilten statt in der bisher üblichen Weise durch Anwendung des elektrischen Stromes zu richten, bezügliche Untersuchungen nach verschiedenen Richtungen veranlasst. Vor allem geschah dies in Amerika mit grossem Eifer.

In den Vereinigten Staaten hatte das Hängen in letzter Zeit mehrfach Anlass zur gerechtfertigten Kritik gegeben. Die öffentliche Meinung war durch einige Fälle missglückter Justificationen durch den Strang heftig erregt. Theils waren Stricke gerissen, theils waren die vom Galgen herabgenommenen Verurtheilten wieder zu sich gekommen. Man forschte nach allen Seiten um Mittel, einen physikalischen, chemischen oder physiologischen Ersatz zu bieten, wodurch der Tod auf die rascheste Art herbeigeführt werde.

Die mechanischen Methoden, wie die Guillotine, das Beil, die Garotte wurden gar nicht weiter beachtet; man suchte offenbar nach etwas Sensationellem. Dabei wurden die bizarrsten Ideen gefasst und die seltsamsten Vorschläge gemacht. Im Jahre 1886 setzte das Abgeordnetenhaus des Staates New-York eine Commission ein zur Untersuchung „der menschlichsten und bequemsten“ Art, die Verurtheilten hinzurichten.

Zunächst führte Dr. Mount Bleyer[1]) einige Versuche aus, über die er an die Commission berichtete. Er studierte vergleichend den Tod durch Erhängen, durch Morphiumeinspritzung, durch Chloroform, durch Blausäure und durch Elektricität, wobei er der Morphiumspritze den Vorzug einräumt und sich abfällig über die Hinrichtung durch Elektricität äussert.

Dr. Packard in Philadelphia schlägt, um einen schmerzlosen Tod herbeizuführen, das Einathmen von Kohlenoxydgas in einem hiezu hergerichteten Zimmer vor. Dr. Richardson ist durch den Vorgang angeregt, welcher in Paris zur Vernichtung der Hunde dient. Er schlägt eine

[1]) J. Mount Bleyer M. D. Best Method of executing Criminals. New-York. 1888.

Zelle vor, wo der Verurtheilte bis zum Eintritt des Todes Dämpfe eines betäubenden und schmerzstillenden Mittels, ein sogenanntes Anästheticum einathmet. Während dieser sich in der Narcotisierungszelle befindet, beobachtet der Urtheilsvollstrecker von aussen durch ein Guckloch den Vorgang bis zum Eintritt des Todes.

Zu Anfang des Jahres 1888 wurde das Studium über die beste Methode zur Ausführung der Todesstrafe von der gerichtlich-medicinischen Gesellschaft in New-York aufgenommen. Der Verein beauftragte eine Commission mit der Vornahme experimenteller Untersuchungen über die Möglichkeit der elektrischen Tödtung. Diese bestand aus den Herren: Dr. Fr. Peterson, Ogden Doremus, Frank Ingram und Mount Bleyer. Sie führten ihre Arbeiten in den Laboratorien von Edison und des Columbia-College unter Mithilfe der Herren Brown und Kennelly aus. Sie haben an 24 Hunden, einem Pferd und zwei Kälbern unter vielfach wechselnder Versuchsanordnung theils mit Gleich- theils mit Wechselströmen experimentiert. Die objectiven Thatsachen dieser Versuche sind aus den folgenden Tabellen ersichtlich:

Tabelle I.

Versuche, ausgeführt mit tödtlichen Strömen von Brown, Kennelly und Dr. Peterson in den Laboratorien von Edison und des Columbia-College.

Hunde	Gewicht in Pfunden	Widerstände in Ohms	Art des Stromes	Spannung in Volts	Dauer des Contactes	Resultat
Nr. 1	10	7500	Gleichstrom	800	2 Secunden	Tod
„ 2	20	8500	Wechselstrom	800	3 „	Tod
„ 3	$13^1/_2$	6000	Gleichstrom	1000	ein Augenblick	Tod
„ 4	$46^1/_2$	11000	Wechselstrom	800	$2^1/_2$ Secunden	Tod
„ 5	50	6000	Gleichstrom	1000, 1100, 1200, 1300, 1400, 1420, 1200	6 augenblickliche, Schläge der letzte $2^1/_2$ Secunden	ohne Erfolg
„ 6	55	3600	Wechselstrom	570	3 Secunden	Tod
„ 7	$41^1/_2$	14000	Wechselstrom	250	5 „	Tod
„ 8	56	27500	Wechselstrom	160	5 „	Tod
„ 9	59	5000	Wechselstrom	260	5 „	Tod
„ 10	76	15000	Wechselstrom	230	3 „	Tod
„ 11	61	14000	Wechselstrom	272	5 „	Tod
„ 12	91	8000	Wechselstrom	340	5 „	Tod
„ 13	53	30000	Wechselstrom	220	30 „	Tod

Tabelle II.

Versuche, ausgeführt von M. A. E. Kennelly im Edison-Laboratorium.

Hunde	Gewicht in Pfunden	Widerstände in Ohms	Art des Stromes	Spannung in Volts	Dauer des Contactes	Resultat
Nr. 14	$21^1/_2$	—	Wechselstrom	205	5 Secunden	Tod
„ 15	$19^1/_2$	—	Wechselstrom	176	15 „	Tod
„ 16	$39^1/_2$	—	Wechselstrom	178	15 „	Tod
„ 17	$57^1/_2$	—	Gleichstrom	400	40 „	Tod
„ 18	$18^1/_2$	—	Wechselstrom	140	45 „	Tod
„ 19	20	8000	Wechselstrom	255	35 „	Tod
„ 20	$16^1/_2$	4200	Wechselstrom	418	2 „	Tod
„ 21	$37^1/_2$	200000	Gleichstrom Wechselstrom	304 100	50 „ 65 „	ohne Resultat
„ 22	$12^1/_2$	4000	Wechselstrom	500	30 „	Tod
„ 23	33	11000	Wechselstrom	536	$1^1/_2$ „	Tod
„ 24	10	9700	Wechselstrom	517	1 „	Tod

Tabelle III.

Versuche an grösseren Thieren.

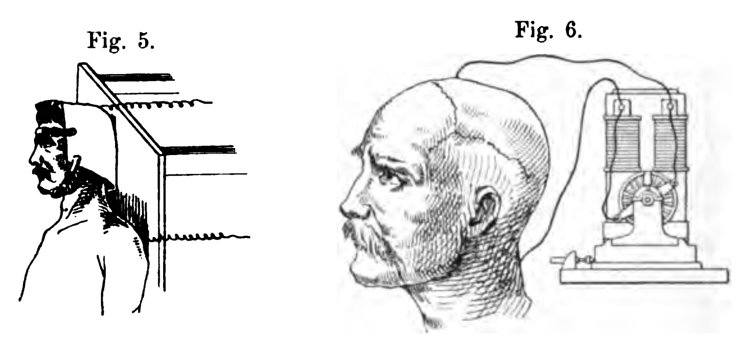
Versuchsthier.	Gewicht in Pfunden	Widerstände in Ohms	Art des Stromes	Spannung in Volts	Dauer des Contactes	Resultat
Pferd	1230	11000	Wechselstrom	700	25 Secunden	Tod
Kalb	$124^1/_2$	3200	Wechselstrom	770	8 „	Tod
Kalb	145	1300	Wechselstrom	750	5 „	Tod

Aufgrund des Ergebnisses dieser Versuche und nach allerdings recht zahlreichen Erfahrungen an verunglückten Menschen beantragte die Commission die Einführung der elektrischen Hinrichtung. Der Verurtheilte soll in horizontale Lage oder in sitzende Stellung gebracht und der Einwirkung eines Wechselstromes von 1500 Volt Spannung mit einer Frequenz von 15 bis 30 ausgesetzt werden, indem ihm zwei metallene Elektroden am Kopf und am Kreuzbein angelegt werden, die mit in Salzlösung getauchten Schwämmen versehen sind. Die für den Kopf bestimmte Elektrode hat die Form eines Helmes, die andere die Gestalt eines Pfropfens. (Fig. 5.)

H. Guy Carleton hat überdies der gerichtlich-medicinischen Gesellschaft im März 1889 eine andere Art der Application der Elektroden

in eindringlicher Weise empfohlen. Er rieth nämlich aufgrund theoretischer Ueberlegungen, beide Elektroden am Kopfe anzulegen u. zw. die eine auf der Scheitelhöhe, die andere im Genick. Hiebei soll der Verurtheilte auf einen Lehnstuhl festgebunden sein. Dieser unzweifelhaft zweckmässige Vorschlag war zwar Gegenstand einer sehr lebhaften Debatte in der Gesellschaft, zu welcher auch die Mitglieder des elektrischen Clubs und des Vereines der Elektrotechniker geladen waren, allein es blieb bei der von der Commission vorgeschlagenen Methode. (Fig. 6.)

Fig. 5. Fig. 6.



Mit einer sachlich ganz und gar nicht begründeten, fast könnte man sagen, leichtfertigen Eile hat die gesetzgebende Versammlung des Staates New-York schon Ende 1888 die elektrische Hinrichtung beschlossen. Als dies geschah, waren nämlich die exacten Grundlagen für einen so bedeutungsvollen Beschluss noch keineswegs sichergestellt. Die hervorragendsten Physiker, Aerzte und Elektrotechniker waren noch durchaus nicht im Klaren über die Bedingungen, unter denen die elektrische Tödtung eines Menschen absolut sicher und rasch bewirkt werden könne.

Während Edison erklärte, schon ein Strom von etwas über 100 Volt bewirke den sofortigen und schmerzlosen Tod eines Menschen, konnte Marcel Depres der Pariser Academie der Wissenschaften die Mittheilung machen, dass er selbst zufällig mit einem Strome von mehreren 100 Volt in Berührung gekommen sei und denselben ohne Nachtheil ertragen habe, und dass ein Arbeiter einen Gleichstrom von 500 Volt durch 20 Secunden ausgehalten hätte, welcher einige Stunden später nichts mehr davon spürte. Prof. Cornu soll nach einer Angabe von Biraud sogar die Entladung eines Stromes von mehr als 2000 Volt ohne ernste Folgen ausgehalten haben.

Am 27. December 1887 fand im elektrotechnischen Vereine zu Berlin eine Debatte über die Gefährlichkeit elektrischer Ströme für den Menschen statt, an welcher auch Helmholtz theilnahm und sich beiläufig folgendermaassen äusserte: Medicinische Beobachtungen seien zur Zeit nur mit Batterien von 20—40 Volt angestellt, Beobachtungen mit den starken Strömen, die durch grosse Dynamomaschinen erzeugt werden, fehlten eigentlich. Die Frage, ob Gleichströme von 500—1000 Volt ungefährlich und ob Wechselströme von 1000—2000 Volt absolut tödtlich seien, könne

daher nicht sicher beantwortet werden.[1]) Er warnte direct vor der Einführung der elektrischen Hinrichtung, wie dies auch von anderen hohen wissenschaftlichen Autoritäten Europas geschehen ist, so von Werner v. Siemens, Du Bois-Reymond, D'Arsonval u. a. —

Diese Frage war also thatsächlich noch keineswegs spruchreif, als die Electrocution in Amerika eingeführt wurde,[2]) so dass die ersten Hinrichtungen mehr den unsicheren Charakter von Experimenten als den der sicheren Vollstreckung eines rechtskräftigen Todesurtheiles an sich trugen und Gegenstand einer theils berechtigten, theils maasslos über das Ziel hinausschiessenden agitatorischen Kritik seitens der amerikanischen Fach- und Tagespresse geworden sind.

Die erste elektrische Hinrichtung wurde am 6. August 1890 im Gefängnisse zu Auburn (New-York) an William Kemmler vollzogen. Die angewandte Methode bestand darin, dass eine Elektrode am Kopf, die zweite am Kreuzbein angelegt wurde. Die Metallelektroden waren mit nassen Schwämmen versehen.

Dem amtlichen Berichte Dr. Mac Donald's an den Gouverneur des Staates von New-York entnehme ich folgende Einzelheiten: „Der Hinrichtung wohnten 25 Zeugen bei; 14 davon waren Aerzte, von denen zwei, C. Mac Donald und Dr. Spitzka amtlich ernannt waren, das Urtheil auszuführen. Die Execution fand in einem eigens dazu hergerichteten Saal statt. An Maschinen und Apparaten standen in Verwendung: Eine fixe Dampfmaschine, eine Wechselstrom-Dynamomaschine, ein Voltameter, ein Ampèremeter, eine Wheatstone'sche Brücke, ein Rheostat, eine elektrische Signalklingel und der Hinrichtungsstuhl, welcher mit einer regulierbaren Kopfstütze versehen war.

Der feste eichene Lehnstuhl hatte eine erhöhte, etwas nach rückwärts geneigte Lehne, war am Boden befestigt und gut isoliert. Ueber der Kopfstütze an der Lehne des Stuhles war eine Drehvorrichtung angebracht, deren Basis oder horizontaler Arm nach vorne gekehrt war. An diesem Arm hieng die Elektrode für den Kopf so, dass sie gut befestigt und mittelst einer Spiralfeder auch fest erhalten werden konnte. Die

---

[1]) Centralblatt für Elektrotechnik. Red. von Uppenborn. X. Jahrg. 1888, S. 45.

[2]) Das Gesetz trat am 1. Jänner 1889 in Wirksamkeit und lautet in seinen wesentlichsten Bestimmungen: Art. 505. Um die Todesstrafe auszuführen, muss in jedem Fall der Körper des Verurtheilten von einem elektrischen Strome durchströmt werden, dessen Heftigkeit hinreichend ist, den Tod herbeizuführen. Die Anwendung des Stromes muss bis zum Eintritt des Todes fortgesetzt werden. — Art. 506. Die Todesstrafe muss im Innern des im Urtheile bezeichneten Staatsgefängnisses oder in einem dazu gehörigen Hof ausgeführt werden. — Art. 507. Es ist Pflicht des Gefängnis-Directors, der Execution beizuwohnen, und dazu wenigstens drei Tage vorher einen Richter des höchsten Gerichtshofes, den Districtsadvocaten, den Sheriff, ebenso wie zwei Aerzte und zwölf von ihm gewählte hervorragende und ehrenwerte Bürger einzuladen. Auf Verlangen des Verbrechers muss der Director den Geistlichen von was immer für einer Religion (höchstens zwei an Zahl) erlauben, der Execution beizuwohnen. Er kann noch sieben andere Theilnehmer bezeichnen, braucht jedoch die Anwesenheit anderer Personen nicht zu dulden. Der Körper des Gerichteten wird, wenn er nicht von Verwandten reclamiert wird, im Gefängnisfriedhof begraben, keine religiöse Handlung hiebei vorgenommen und kein Bericht, ausser dass der Schuldige an dem und dem Tage nach dem Gesetze gerichtet wurde, in der Presse veröffentlicht.

Rücken- oder Körperelektrode war am untern Theil der Stuhllehne befestigt und horizontal gegen den unteren Theil der Wirbelsäule, die Kreuzbeinhöhlung, gerichtet.

Jede Elektrode bestand aus einem glockenförmigen Becher von Kautschuk von beiläufig 100 *mm* Durchmesser. Die Handhabe war von Holz; durch ihre Achse lief ein Draht, der im Innern der Glocke auf einer Metallscheibe endet, die etwa 75 *mm* Durchmesser hatte und mit einer Schwammunterlage versehen war. Die untere Elektrode wurde gleichfalls mit einer Spiralfeder festgehalten, während ein an der Rücklehne des Stuhls befestigtes Band, welches dem Gefangenen um den unteren Theil des Bauches gieng, den Contact noch vollkommener machte. Der Kopf war mit ledernen Riemen befestigt, welche um Stirn und Kinn gelegt und an der Kopfstütze der Lehne fast vertical befestigt waren, während Brust, Arme und Beine durch an den entsprechenden Theilen des Stuhles befestigte Riemen unbeweglich gemacht waren.

Der an der Kopfelektrode befindliche Draht kam von der Decke herab, der für die untere befand sich, von einem hölzernen Falz geschützt, am Fussboden. Die Dynamomaschine und ihr Motor standen mehrere hundert Fuss vom Executionssaal entfernt. Der Voltameter, der Commutator und die anderen Instrumente waren in einem neben dem Hinrichtungszimmer befindlichen Raum aufgestellt; der Executionssaal enthielt nur den Stuhl, die Elektroden und den Conductordraht. Elektrische Signale verbanden das Messzimmer mit dem Maschinenraum.

Nachdem Kemmler hereingeführt worden war, wurde er in der geschilderten Weise befestigt. Diese Vorbereitungen nahmen nur wenige Minuten in Anspruch. Dann gab der Director dem im Nebenzimmer beim Commutator befindlichen Gehilfen das Zeichen, den Hebel zu bewegen und den Stromkreis zu schliessen. Im Augenblicke wurde der ganze Körper starr, indem ein auf das ganze Muskelsystem sich erstreckender tonischer Krampf eintrat. Im selben Augenblicke waren Gefühl, Bewegung, Bewusstsein vollkommen vernichtet Der Zustand währte die ganze Zeit des Stromdurchganges. Nach 17 Secunden wurde Kemmler für todt gehalten. Keiner der Zeugen erhob Einsprache, und der Director gab das Zeichen, den Strom zu unterbrechen.

Nach der Unterbrechung gieng die Steifheit der Musculatur sofort in allgemeine Erschlaffung über. Zugleich bemerkte man an den entblössten Körpertheilen Veränderungen der Färbung, wie sie den nach dem Tode auftretenden Hautverfärbungen ähnlich sind. (Sollte hier nicht eine Verwechslung von Cyanose mit Hypostase vorliegen?) Die Vernichtung der Bewegung und anscheinend des Lebens währte etwa eine halbe Minute. Dann folgte eine Reihe krampfhafter Brustbewegungen, was mit dem Auswurf von etwas Schleim aus dem Munde begleitet war. Es war dies kein Zeichen wiederkehrenden Bewusstseins oder Gefühls (heisst es im Berichte. und ich füge hinzu: „aber ein Zeichen des wiederkehrenden Lebens", vergl. Thierversuche). Allein angesichts der Möglichkeit einer unvollkommenen Lebensvernichtung und eines Wiedererwachens befahl man, den Strom noch einmal durchzuleiten, was beiläufig zwei Minuten nach der Unterbrechung des ersten Stromes geschah. Die Muskelstarre trat wieder wie das erstemal ein.

Der zweite Stromschluss wurde aus Versehen (!) auf 70 Secunden verlängert, bis sich eine Rauchsäule an der Applicationsstelle der Rückgratelektrode zeigte, welche von der Verbrennung des Schwammes und der darunter liegenden Haut herrührte.

Man unterzog hierauf den Körper einer aufmerksamen Untersuchung, woran fast alle anwesenden Aerzte theilnahmen. Kein Puls war fühlbar, das Herz hatte aufgehört zu schlagen, die Pupillen waren erweitert, die Hornhaut weich und eindrückbar. „Mit anderen Worten," schloss Dr. Mac Donald, „W. Kemmler war todt, und der Zweck und Geist des Gesetzes, welcher darin bestand, dem Verurtheilten einen sofortigen und schmerzlosen Tod zu geben, war vollkommen erreicht."

Die amerikanischen Tagesblätter brachten Berichte über den Ablauf dieser Execution, welche grauenvoller kaum gedacht werden können. Die

angewendeten Maschinen seien für diesen Zweck unbrauchbar gewesen, wie schon vorher an Ochsen angestellte Versuche zur Evidenz ergeben hätten. Es entwickelte sich aufgrund dieses als missglückt bezeichneten grausamen Experimentes an einem Menschen eine intensive Agitation behufs Aufhebung des Gesetzes über die elektrische Hinrichtung. Man gab sich der Hoffnung hin, dass die erste derartige Hinrichtung auch die letzte sein werde.

Thatsächlich war der Verlauf dieser ersten elektrischen Execution keineswegs den gehegten Erwartungen entsprechend, wenn auch die Berichte der Tagesblätter über die „Greuel" dieser Hinrichtung als sehr übertrieben bezeichnet werden müssen. Wir können unser Urtheil nur auf die ärztlichen Berichte stützen, welche allerdings leider auch etwas einseitig zu Gunsten der neuen Hinrichtungsart gefärbt sind.

Der Bericht Dr. Mc. Donald's legt hauptsächlich Gewicht auf die Frage der Zweckmässigkeit der neuen gesetzlichen Hinrichtung. Gleichwohl muss auch er zugeben, dass ein Schlag nicht genügte, sondern noch ein zweiter appliciert werden musste. Dennoch behauptet Mc. Donald, dass der Tod sofort eingetreten sei, und dass zwischen dem ersten und zweiten elektrischen Schlage der Körper des Hingerichteten kein Lebenszeichen bekundet habe. Die Absicht und der Zweck des Gesetzes, einen plötzlichen und schmerzlosen Tod herbeizuführen, wäre vollkommen gelungen. Zwischen dem Eintritt Kemmler's in die Hinrichtungskammer und seinem Ende seien nur 8 Minuten verstrichen, während beim Hängen der Tod in der Regel erst nach 15 bis 30 Minuten eintrete (?). Dennoch sah sich Mc. Donald veranlasst, mehrere Abänderungen zu beantragen, insbesondere höhere, dem vorher zu ermittelnden Widerstande des Delinquenten angemessene Spannung.

E. C. Spitzka[1]) berichtete in der New-Yorker Gesellschaft für gerichtliche Medicin über die Hinrichtung Kemmler's folgendes: „K. war sehr ruhig und half mit bei dem Arrangement. Als der verhängnisvolle Augenblick kam, wurde der Körper von Tetanus ergriffen, und der Tod trat innerhalb des Bruchtheiles einer Secunde ein (?). Der Krampf dauerte so lange, als die Application des Stromes, nämlich 17 Secunden, wobei fibrilläre Zuckungen bemerkt wurden. Die Muskelcontraction war so fürchterlich, dass, wenn der Mann nicht an den Stuhl festgebunden gewesen wäre, vielleicht Fracturen entstanden wären (?). Während der Application des Stromes wurde das Gesicht blass, und es zeigte sich eine hypostatische Congestion der Hautcapillaren um die Nasolabialfalten herum (wohl Cyanose), worauf Spitzka erklärte, dass der Mann todt sei. Der Puls, der früher nicht gefühlt werden durfte, war jetzt nicht mehr tastbar, die Pupillen reactionslos und die eine Cornea schlaff (?). Die Abdrücke der Hosenträger und der Kleiderfalten waren auffallend ausgeprägt. (Das ist zwar ganz

[1]) A report on the execution of William Kemmler. Med. News. 1890. S. 554.

bedeutungslos, aber durchaus nicht auffallend, vielmehr sehr natürlich.) Während des Krampfes hatte der eine Daumen einen Finger verletzt, und als nun aus der Wunde etwas Blut floss, rief ein Zeuge, dass das Leben zurückkehre, worauf eine Panik entstand, infolge deren, wie Spitzka selbst zugibt, man den Fehler begieng, den Strom noch einmal einwirken zu lassen. Abermals traten Krämpfe ein, jedoch schwächer. Sieben bis acht Secunden nach der Sistierung des Stromes kamen wiederholt Flatusexplosionen und nach wenigen Secunden profuser Abgang von Urin. Nach der ersten Application war Erection und Samenerguss eingetreten. Die Erection schien mehr durch die Erectionsmuskeln (?) als durch Turgescenz der Blutgefässe erzeugt worden zu sein. Als Spitzka die Ohrmuscheln zwischen den Fingern comprimierte, wurden sie zwar blass, rötheten sich aber wieder, als der Druck nachliess und zwar auch noch nach vorgenommener Obduction, so dass dieses als Lebens-, resp. Todeszeichen gepriesene Symptom (?) sich nicht bewährt habe. Spitzka tadelt, dass der Voltameter nicht im Hinrichtungszimmer selbst sich befand, und verlangt, dass künftig die höchstmöglichen Ströme verwendet werden sollen." (Virchow-Hirsch, Jahresber. für 1890. II. S. 697.)

In der Debatte bemerkt Mac Donald, dass eine Störung im Apparat bestanden haben müsse, und dass der Strom nicht, wie angenommen war, 1000, sondern nur etwa 700 V. betragen habe!

Nach dem ziemlich einhelligen entrüsteten Protest der gesammten gebildeten Welt gegen die Wiederholung eines so widerlichen Schauspieles, wie es die erste elektrische Hinrichtung war, konnte erwartet werden, dass man von weiteren derartigen Justificationen Umgang nehmen würde. Dies ist jedoch nicht geschehen, sondern es fanden seither noch eine Reihe von gesetzlichen Tödtungen auf diese Weise statt.

Am 7. Juli 1891 wurden vier zum Tode verurtheilte Mörder im Sing-Sing-Gefängnis mittelst Elektricität hingerichtet: Slocum, Smiler, Wood und der Japaner Jugigo.

Nach den Zeitangaben giengen die Executionen rasch von statten. Es starb um 4 Uhr 42½ Minuten Slocum, um 5 Uhr 14 Minuten Smiler, um 5 Uhr 38½ Minuten Wood und um 6 Uhr 5½ Minuten Jugigo. Die anwesenden Aerzte Dr. Rockwell Dr. Mac Donald, Dr. Henry Wilson und Dr. Southwick erklärten, dass der Apparat schnell und „bewunderungswürdig" gearbeitet habe. Die Hingerichteten seien sofort todt gewesen, kein Todeskampf, keine convulsivischen Zuckungen seien bemerkt worden. Dr. Daniels hingegen, der gleichfalls Zeuge der Execution gewesen, äussert sich weit weniger optimistisch. Es habe sich thatsächlich wiederholt, was sich bei der Hinrichtung Kemmler's zugetragen habe; jedem der Hingerichteten habe man zwei Schläge geben müssen, ehe er todt war.

Die „Elektrotechnische Zeitschrift" bringt über diese Hinrichtung den Bericht eines Augenzeugen: „Sobald der elektrische Strom geschlossen wurde, begann der Körper Slocum's auf dem Stuhl zu zucken, um dann vollständig starr zu werden. Alle Muskeln waren angespannt, wie zu einer übermenschlichen Anstrengung, um sie von den sie hemmenden Banden zu befreien. Die Fesseln krachten mit jenem eigenthümlichen Geräusch, welches man bei dem Strecken von Leder vernimmt, und ihre Kanten drückten sich tief in die Haut ein. Der Gesichtsausdruck war unter den breiten Bändern, welche Augen, Nase

und Kinn verdeckten, nicht zu erkennen. Die dem Auge sichtbare Haut erschien purpurroth. Dr. Mac Donald blickte unausgesetzt auf die Uhr in seiner Hand, und gab nach 20 Secunden dem an dem Apparat stehenden Elektriker ein Zeichen. Um sicher zu gehen, liess dieser den Strom noch ein zweitesmal los. Unmittelbar darauf begannen Haut und Fleisch der Beine, sowie der Stirne zu rauchen. Dr. Mac Donald winkte dem Elektriker von neuem. Der Strom wurde unterbrochen, worauf der Körper in einer Weise, die jeden Zweifel an Slocum's Tode ausschloss, in sich zusammenbrach. Bei Smiler dauerte der 1500 Volt starke Strom 20 Secunden; er wurde dann unterbrochen und die Brust des Mannes im Stuhl begann sich krampfhaft zu heben. Wieder wurde der Strom losgelassen, bis wie bei Slocum das Fleisch brannte. Der Körper wurde sodann in das benachbarte Zimmer gebracht. Bei Wood und Jugigo hatte das Verfahren dasselbe Ergebnis." (E. T. Z. 1891, S. 402.)

Es ist Thatsache, dass bei James Slocum, als der Strom nach einem Contact von 37 Secunden unterbrochen wurde, der Puls noch stark schlug, und ein oder zwei Minuten später sich die Athmung mit grosser Kraft und Regelmässigkeit wieder einstellte. Bei A. Smiler bemerkte man nach drei Contacten, von denen jeder 10 Secunden dauerte, keine Spur von Anstrengung beim Athmen; der Puls schlug so stark und regelmässig, dass man beschloss, den Strom von neuem während 19 Secunden zu schliessen.

Am 7. December 1891 ist im Staatsgefängnis zu New-York ein Mann namens Loppy, der seine Frau ermordet hatte, hingerichtet worden. Es musste dreimaliger Stromschluss stattfinden, um den Mann zu tödten.

Am 8. Februar 1892 wurde der Mörder des Krämers Luka zu Brooklyn in Sing-Sing hingerichtet. Der Tod trat augenblicklich ein.

Eine neuerliche Elektrocution fand am 18. Mai 1892 statt; im Auburn-Gefängnis zu New-York wurde der Mörder Josef Tice justificiert. Die Methode hat sich in diesem Falle angeblich in jeder Hinsicht bewährt. Der Strom hatte eine Spannung von 1720 Volt. Nach 15 Secunden langer Einwirkung sank der Körper des Gerichteten leblos zurück. Der Strom wurde noch zweimal geschlossen, allein die Aerzte erklärten, dass der Tod sofort eingetreten sein müsse. Der Delinquent hatte keinen Ton von sich gegeben, und sein Gesicht war unverändert.

Am 19. November 1892 wurde in Sing-Sing wieder ein Mörder mittelst Elektricität hingerichtet. Die Execution verlief angeblich so glatt wie nie zuvor. Der Delinquent wurde sofort bewusstlos, und der Tod trat nach 12 Secunden ein.

Am 6. Juni 1893 wurde im Clinton-Gefängnis zu Donnemora N.-Y. der Mörder Sapione Martelly hingerichtet. Nach dem Berichte von „The Electrical Age" wurde der Strom von 1660 Volt zweimal durch den Körper hindurchgeschickt, und die beiden Contacte dauerten zusammen zwei Minuten und zwei Secunden. Nach dem ersten Contact von 1 Minute und 7 Secunden holte der Mann noch tief Athem (!), und man musste den Strom noch ein zweitesmal 55 Secunden lang wirken lassen. Die Spannung wurde dann allmählich vom Maximum bis auf 150 Volt ermässigt.

Am 27. Juli sollte ein Mann namens William Taylor, welcher wegen Ermordung seines Mitgefangenen zum Tode verurtheilt worden war, im Staatsgefängnisse zu Auburn durch Elektricität hingerichtet werden. Allein der erste Contact war nicht tödtlich, und als ein zweiter Strom angesetzt werden sollte, versagte der Apparat! Der Delinquent stöhnte und athmete schwer. Die Aerzte gaben ihm Morphium subcutan. Erst nach einer Stunde Wartens konnte ein zweiter Strom hergestellt werden, welcher den Tod des Verurtheilten herbeiführte.

Die ungünstigen Erfahrungen, welche bei der ersten elektrischen Hinrichtung gemacht wurden, haben zu wesentlichen Abänderungen der ursprünglichen Einrichtung des Verfahrens[1]) geführt. Diese Veränderungen sind zweierlei Art: die einen bezwecken eine leichtere Handhabung der Apparate, die andern die bessere Sicherung des Contactes der Elektroden mit dem Körper des Delinquenten. Die Dynamomaschinen sind in einem besonderen Bretterschupfen in einem der Höfe des Gefängnisses aufgestellt. Der Maschinensaal liegt in unmittelbarer Nähe der Todeskammer, in welcher sich die Messinstrumente befinden. Das Cabinet für den Diener, welcher mittelst eines Hebels den Strom einzuschalten hat, ist durch einen einfachen Vorhang von der Todeskammer getrennt. Der Hinrichtungsstuhl besteht nicht mehr, wie früher, in einer Chaise longue, sondern ist ein wirklicher Stuhl, und die Beine des Verurtheilten reichen bis auf den Fussboden, wodurch es möglich wird, daran eine Elektrode zu befestigen. Die zweite Elektrode wird nicht mehr, wie früher, am Hinterkopf angebracht, sondern an der Stirne angelegt. Behufs Herbeiführung eines innigeren Contactes und zur Verminderung des Leitungswiderstandes der Haut sind die mit angefeuchteten Schwämmen versehenen Pole nicht mehr einfache Platten, sondern bestehen aus mehreren Gliedern. (Fig. 7)

Fig. 7.



Der Sturm des Unwillens und der Entrüstung, der nach der ersten elektrischen Hinrichtung fast allgemein war, hat gegenwärtig einer ruhigen Auffassung und nüchternen Beurtheilung Platz gemacht, so dass hervorragende Tagesblätter Amerikas und Englands, welche früher Gegner der neuen Hinrichtungsart waren, jetzt für dieselbe eintreten, wie der „New-York Herald" und „Temps". Nach dem letztgenannten Blatte ist in der öffentlichen Meinung Londons ein bedeutender Umschwung zu Gunsten der elektrischen Hinrichtung eingetreten; es sei nicht unmöglich, dass im Hause der Gemeinen ein Antrag auf Abschaffung des Galgens und Einführung des amerikanischen Systems eingebracht werde.[2])

[1]) La Lumière Électrique 1891. Nr. 13.

[2]) Welcher Mittel man sich bedient, um in den breiten Schichten der Bevölkerung Stimmung für die neue Hinrichtungsart zu machen, geht aus folgender Thatsache hervor: Der „New-York Herald" hat, um die Gerüchte über die angeblichen Greuel der elektrischen Hinrichtungen zu widerlegen, beziehungsweise ihnen auf den Grund zu kommen, die Familie

Eine Kritik dieses neuen Verfahrens der Hinrichtung ist sowohl nach der wissenschaftlich-medicinischen, wie nach der praktisch-forensischen Seite sehr leicht. Die ganz objectiv vorgeführten Thatsachen sprechen eine so deutliche Sprache, dass ich mich angesichts derselben der Aufgabe einer eingehenderen Kritik fast überhoben fühle. Ich beschränke mich daher auf einige kurze Schlussbemerkungen.

Der Tod durch Elektricität ist, wie wir gesehen haben, in seiner Wesenheit nichts anderes als eine besondere Art der Erstickung. Die elektrische Hinrichtung ist daher mit denjenigen Hinrichtungsarten auf eine Stufe zu stellen, bei welchen der Tod durch mechanische Erstickung herbeigeführt wird. Es ist dies das Erhängen und das Erdrosseln (Garotte), nachdem andere Formen der Erstickung, das Ertränken und das Lebendigbegraben in civilisierten Ländern und Staaten schon längst abgeschafft sind.[1])

Vergleicht man nun die elektrische Tödtung mit den genannten anderen Erstickungsarten, so fällt der Vergleich keineswegs zu Gunsten der ersteren aus. Sie ist gegenüber den anderen Verfahrungsweisen sehr compliciert, ohne in irgend einer Richtung mehr zu leisten als diese. Je complicierter aber eine Einrichtung ist, umso leichter können sich Störungen ergeben, wie sie ja auch thatsächlich zutage getreten sind. Der definitive Tod erfolgt nur ausnahmsweise sehr rasch, blitzähnlich, in den meisten Fällen tritt derselbe, wie oben gezeigt wurde, erst nach einiger Zeit ein. Der vom elektrischen Schlage Getroffene befindet sich sehr häufig in einem Zustande des Scheintodes. Die

---

eines Delinquenten zu veranlassen gewusst, den Leichnam ihres Angehörigen auszukaufen, um denselben einer ärztlichen Untersuchung zu unterziehen. Diese Untersuchung ist von drei hervorragenden New-Yorker Aerzten vorgenommen worden. Dieselben erklärten einstimmig, dass „die an den Berührungsstellen der Elektroden entstandenen Brandwunden unbedeutend wären. Kein Organ sei in wahrnehmbarer Weise verändert worden; alles deute darauf hin, dass der Verurtheilte mit idealer Schnelligkeit und ohne irgend welchen Schmerz aus dem Leben geschieden sei. (!) Das Leben sei erloschen wie eine Gasflamme, welche ausgedreht wird, oder wie die einer Kerze, die man auspustet.“ — Durch solche populäre Darstellungen eines wissenschaftlich noch gar nicht genügend erforschten, jedenfalls complicierten Vorganges kann wohl beruhigend auf die Volksstimmung eingewirkt werden, allein Anspruch auf wissenschaftliche Bedeutung können so banale Aussprüche nicht erheben.

Es ist übrigens bezeichnend für die amerikanischen Verhältnisse, dass die Opposition gegen die elektrische Hinrichtung vorwiegend von zwei Seiten ausgieng, deren jede eigene, wenn auch ganz verschiedene Interessen vertrat. An der Spitze der einen Oppositionspartei standen gewisse Fabrikanten von Wechselstrommaschinen, an der Spitze der andern die principiellen Gegner der Todesstrafe. Letztere hofften, da sie wohl wussten, man werde nicht wieder zum Galgen zurückkehren, durch Beseitigung der elektrischen Hinrichtung überhaupt die Todesstrafe in Amerika abzuschaffen.

[1]) Die englisch-amerikanische Volksjustiz hat sich noch bis vor nicht allzu langer Zeit mit einer gewissen Vorliebe des „Ertränkens“ zur Vollstreckung ihrer Gewalturtheile (Lynchen) bedient.

Geschichte zahlreicher nicht tödtlich verlaufener Verunglückungen beweist dies, wo spontan Erholung eingetreten ist, und es ist kaum zweifelhaft, dass in manchen tödtlich gewordenen Fällen bei rechtzeitiger und entsprechender Hilfeleistung der Tod hätte abgewendet werden können. Um den Tod zu sichern und zu beschleunigen, musste man daher zum Mittel des mehrmaligen Stromschlusses greifen.

D'Arsonval hat die amerikanischen Aerzte aufgefordert, mit der Anwendung der künstlichen Athmung bei den auf elektrischem Wege Hingerichteten einen Versuch zu machen.[1]) Ich stimme dem vollkommen bei, und spreche meine innerste Ueberzeugung dahin aus, dass in dem Falle, wenn dies bei den bisherigen Hinrichtungen jedesmal nach der ersten Einwirkung des Stromes geschehen und ein weiterer Stromschluss unterblieben wäre, aller Wahrscheinlichkeit nach ein Theil der Justificierten wieder zum Leben gebracht worden wäre.

Das Verfahren ist also ein unsicheres, wenn man, wie das wohl in sehr weiten Kreisen geglaubt wird, nur einen einmaligen, wenige Secunden andauernden Stromschluss anwenden würde; es wird nur dadurch sicher, dass man den elektrischen Strom so oft und so lange appliciert, bis der Tod wirklich eingetreten ist. In diesem Falle ist aber das Verfahren kein humanes, sondern eher ein barbarisches zu nennen, dies schon auch deswegen, weil durch die wiederholten tetanischen Krämpfe des angegurteten und in ganz unzweckmässiger (sitzender) Stellung befindlichen Delinquenten es sehr leicht zu inneren Zerreissungen, selbst zu Knochenbrüchen und Verrenkungen kommen kann. Welche enormen mechanischen Wirkungen unter Umständen durch den elektrischen Strom am Körper erzeugt werden, lehren nicht nur einzelne meiner Thierversuche, sondern auch analoge Beobachtungen am Menschen.[2])

---

[1]) Neuestens (1894) wollte Dr. J. P. Gibbons in Syracuse im Staate New-York diesen Vorschlag praktisch durchführen. Er hat zu dem Zwecke mit dem zum Tode verurtheilten Verbrecher Wilson Unterhandlungen angeknüpft, und dieser hat, in der Hoffnung, dadurch sein Leben retten zu können, eingewilligt, dass sein Körper, wenn derselbe von den die Hinrichtung überwachenden Aerzten für todt erklärt worden sei, dem Dr. Gibbons zu Versuchen ausgeliefert werde. Sollte es diesem gelingen, den Hingerichteten wieder zu beleben, so glaubt Wilson, sofort in Freiheit gesetzt werden zu müssen, da das Gesetz keine weitere Macht über einen von den Aerzten als todt erklärten Körper besässe. Dieser Auffassung ist der Generalanwalt des Staates New-York entgegengetreten, indem er auf die Frage, ob an Verbrechern, die mit Elektricität hingerichtet würden, Wiederbelebungsversuche angestellt werden dürften, erklärt, dass nach den gesetzlichen Bestimmungen der Strom stark genug sein und so lange angewendet werden muss, bis der Verurtheilte todt ist.

[2]) Im Juli 1894 verunglückte ein Mann im Elektricitätswerke in Maria-Einsiedel (Bayern). Ausser zahlreichen Verbrennungen waren mehrfache Muskelzerreissungen und mehrere grössere Blutextravasate, sowie auch ein Bluterguss im Gehirn vorgefunden worden. Dennoch dauerte es fast zehn Minuten, bis der Tod der Mannes eintrat. Selbst nach dem Abstellen des Stromes gab er noch Lebenszeichen von sich. (Bayer. Kurier).

Insoweit stimme ich mit den Anschauungen D'Arsonvals und Birauds vollkommen überein. Den weiteren Argumentationen Birauds muss ich jedoch auf das entschiedenste widersprechen. Er sagt: „Man kann nicht einmal ein Kaninchen sicher tödten, wenn man selbst einen Strom von 2500 Volt und 20 Ampère anwendet; und wenn man dasselbe glaubt getödtet zu haben, so kann es durch künstliche Athmung wieder zum Leben zurückgerufen werden. Die in Amerika zur elektrischen Hinrichtung angewendeten Maschinen waren weniger kräftig und gaben nur 1500 Volt. In der Werkstatt von Gramm hatte D'Arsonval im Jahre 1888 Maschinen von 8000 Volt Spannung zu seiner Verfügung, und auch diese tödteten nicht sicher.“ Diese Schlüsse sind falsch. Einmal ist die Verletzbarkeit des unendlich fein organisierten centralen Nervensystems des Menschen durch elektrische Ströme, wie ich oben dargethan habe, eine ungeheuer höhere als bei Kaninchen und Meerschweinchen. Daher kommt es, dass der Mensch mit seiner 20—30fachen Körpermasse durch denselben Strom getödtet oder schwer beschädigt wird, den Kaninchen noch leicht ertragen. Dann ist es auch entschieden unrichtig, die Elektricität als absolut unsicheres Mittel zur Tödtung eines Menschen zu bezeichnen; sie ist nur relativ unsicher bei kurzer und einmaliger Anwendung. Dagegen muss ich meiner Ueberzeugung entschieden dahin Ausdruck geben, dass es allerdings unter allen Umständen, also sicher gelingt, jeden Menschen durch Elektricität zu tödten, wenn es gestattet ist, einen entsprechend starken Strom so oft und so lange einwirken zu lassen, als man will. Und dies ist durch das amerikanische Hinrichtungsgesetz vorgesehen.

Ich bin daher durchaus nicht der Meinung, dass man in Amerika Hingerichtete lebend obduciert oder scheintodt begraben habe, wie dies auch behauptet wurde, wohl aber liegt in der Nothwendigkeit, den Strom lange und wiederholt einwirken zu lassen und in den dadurch hervorgerufenen Erscheinungen und Wirkungen ein Moment, welches das Verfahren zu einem abstossenden und unmenschlichen gestaltet. Es sind namentlich die bei länger dauernder Einwirkung des Stromes unvermeidbar entstehenden tiefen Verbrennungen, welche schwere Bedenken erregen müssen. Man hat im Lande des Sternenbanners wohl ein modernes und sensationelles Mittel zur Vollstreckung der Todesurtheile gewählt, allein den angestrebten Zweck, den Arm der Gerechtigkeit mit einer besseren Waffe zu versehen, als es bisher der Fall war, hat man nicht erreicht. Wir können einem europäischen Staate dieses Verfahren nicht empfehlen.

IV.

Hygienische Maassnahmen.

Den Gefahren vorzubeugen, welche aus culturellen Einrichtungen für die Menschen entstehen oder entstehen könnten, ist ein so starkes sociales Bedürfnis, dass es gebieterisch Berücksichtigung verlangt. Der Staat als Hüter der socialen Ordnung und der öffentlichen Wohlfahrt hat die Pflicht, diesem Bedürfnisse durch besondere Vorkehrungen Rechnung zu tragen. Er thut dies, indem er für gefährliche Betriebe eigene Sicherheitsvorschriften gibt und die Uebertretung derselben mit Strafen bedroht.

Neue Erscheinungsformen der industriellen Entwicklung werden, soweit sie mit besonderen Gefahren verbunden sind, auch wieder neue und besondere Maassnahmen erheischen. Gesetzliche Bestimmungen zur Bekämpfung von Gefahren können aber nur dann zweckentsprechend sein, wenn sie auf voller Einsicht in die Art der Gesundheitsgefährdung beruhen. Theoretische Erkenntnisse und praktische Erfahrungen werden zu dem Zwecke in gleicher Weise verwertet werden müssen.

Es kann aber nicht alles von den öffentlichen Vorkehrungen allein erwartet werden, sondern der Mensch hat sich selbst zu schützen, indem er sich mit den Gefahren bekannt macht, die ihn umgeben, und zweckmässig angeleitet wird, sie zu vermeiden.

Ist nun aber eine Verunglückung dennoch eingetreten, dann kann durch eine entsprechende Hilfeleistung oft das Aeusserste, der Tod, wenigstens abgewendet werden. Es besteht daher auch ein sehr grosses praktisches Bedürfnis, nicht nur die Bedingungen der Gefährlichkeit elektrischer Ströme und die Vorbauungs-Maassnahmen kennen zu lernen, sondern sich auch mit den ersten Hilfeleistungen vertraut zu machen.

1. Ueber die Grenzen und Bedingungen der Gefährlichkeit elektrischer Ströme.

Ein elektrischer Strom kann dem Menschen nur dadurch gefährlich werden, dass derselbe in den Körper eindringt. Dies geschieht, wenn entweder der Mensch in den Stromkreis eingeschaltet wird, indem beide Pole mit der Körperoberfläche in leitende Verbindung gebracht werden,

oder wenn er mit einem blanken Leiter in Berührung kommt, während er mit der Erde oder einem anderen guten Leiter in Verbindung steht. In letzterem Falle findet ein sogenannter Kurzschluss statt.

Das Eindringen eines elektrischen Stromes in den Körper ist aber noch nicht hinreichend, schädliche Wirkungen zu äussern, der Strom muss eine gewisse Kraft besitzen. Man bezeichnet diese im gewöhnlichen Leben als die Stärke des Stromes und nennt Ströme, welche eine grosse Wirkung hervorbringen, starke, die mit schwachen Wirkungen hingegen schwache Ströme. Alle elektrischen Ströme, welche die Gesundheit eines Menschen schädigen oder das Leben bedrohen, sind Starkströme.

In Wirklichkeit ist aber nicht die Stärke des elektrischen Stromes entscheidend für die Wirkung auf den lebenden Organismus, sondern jene Eigenschaft, welche als Spannung bezeichnet wird. Als Stromstärke definiert die Wissenschaft jene Elektricitätsmenge, welche in einer Secunde durch irgend einen Querschnitt des Stromkreises hindurchfliesst, als Spannung die Differenz der Potentiale an beiden Enden eines Leiters. Die Stromstärke hängt von der Grösse der bewegenden Kraft, die elektromotorische Kraft genannt wird, und von dem Widerstande im Leiter ab. Nach dem bekannten Ohm'schen Gesetz ist also

$$\text{Stromstärke} = \frac{\text{elektromotorische Kraft}}{\text{Widerstand}}$$

Die Einheit der Stromstärke wird Ampère, die Einheit der elektromotorischen Kraft und des Potentiales Volt, die Einheit des Widerstandes Ohm genannt, so dass

$$1 \text{ Ampère} = \frac{1 \text{ Volt}}{1 \text{ Ohm}} \text{ und } 1 \text{ Volt} = 1 \text{ Ampère} \times 1 \text{ Ohm},$$

d. h. die Spannung ist das Product aus der Stromstärke und dem Gesammtwiderstande in einem geschlossenen Stromkreise.

Wieso vorwiegend die Spannung und nicht die Stromstärke den Effect bestimmt, kann durch folgenden Vergleich anschaulich gemacht werden: Wenn eine grosse Menge von fliessendem Wasser, ein Strom, ein sehr geringes Gefälle hat, dann bewegen sich seine Massen so wenig, dass der Strom trotz der enormen Wassermassen an dieser Stelle keine Mühle zu treiben, einen Körper nicht oder nur unmerklich zu bewegen, kurz nur wenig Arbeit zu leisten imstande ist. Wir können uns in den Strom hineinstellen, ohne umgeworfen oder vorwärtsgetrieben zu werden. Hat aber eine selbst geringe Wassermasse ein grosses Gefälle, so würden wir uns darin mit aller Kraft nicht aufrecht zu erhalten vermögen, sondern umgerissen und fortgeschleudert werden. Dem Gefälle eines fliessenden Wassers vergleichbar ist die Bedeutung der Spannung eines elektrischen Stromes für den Endeffect.

Es werden also die Wirkungen der Spannung auf den menschlichen oder thierischen Körper unter sonst gleichen Verhältnissen umso verderb-

lichere sein, je höher die Spannung ist und je häufiger sich die Wirkungen wiederholen. Letzteres ist beim Wechselstrom der Fall, wo ein sehr rascher und häufiger Polwechsel stattfindet. Daher ist es verständlich, dass Wechselströme viel gefährlicher sind als Gleichströme von derselben Stärke und Spannung bei vollkommen gleichen Widerständen.

Man sollte nun glauben, dass dementsprechend die Gefährlichkeit der Wechselströme mit der Wechselzahl steigt und fällt. Es ist dies aber nur bis zu einem gewissen Grade zutreffend. Steigt nämlich die Zahl der Polwechsel über eine gewisse Grenze, so werden die Einzelschläge nicht mehr wahrgenommen, und die Gesammtwirkung wird durch diesen Factor nicht weiter vermehrt, sondern sie wird mit der zunehmenden Häufigkeit (Frequenz) bei gleichbleibender Stärke, Spannung und Widerstand sogar geringer. Ich habe dieses Verhalten durch Versuche festgestellt, welche im physikalischen Institute der technichen Hochschule in Graz von mir unter freundschaftlicher Beihilfe meines verehrten Collegen Prof. v. Ettingshausen vorgenommen worden sind. Lässt man Wechselstrom auf sich selbst wirken, so kann man dieses Verhalten sehr gut beobachten. Werden während des Contactes die Umdrehungen der Dynamomaschine vermehrt, so dass die Frequenz über hundert steigt, so ist die Empfindung weit weniger unangenehm als bei einer Zahl von 30, 40 oder 50 Polwechseln in der Secunde.

Um also den Gesammteffect der elektrischen Einwirkung eines Starkstromes richtig beurtheilen zu können, genügt es nicht, die Stärke und die Spannung anzugeben, sondern es muss auch auf die Frequenz, d. h. die Zahl der Polwechsel in der Zeiteinheit Rücksicht genommen werden. Nur unter Berücksichtigung auch dieses Factors erhält man ein Bild der jeweiligen Gesammtwirkung, beziehungsweise der Gefahrengrösse, welche bei einer elektrischen Starkstromanlage besteht. Man kann demnach im Allgemeinen sagen: Unter sonst gleichen Verhältnissen wird die Gefahr nur umso grösser sein, wenn die Frequenz geringer ist, und umgekehrt. Es muss somit als ganz zutreffend bezeichnet werden, wenn bei den elektrischen Hinrichtungen nur Wechselströme von niedriger Frequenz (30—40) in Verwendung kommen.

Ueber die Bedeutung der Erregungsart für die Gefährlichkeit des Stromes ist schon an anderer Stelle gehandelt worden, es sei nur nochmals erwähnt, dass unter sonst gleichen Bedingungen Wechselströme weit gefährlicher sind als Gleichströme.

Bei denjenigen Anlagen, welche in meinen Fällen in Betracht kommen, sind für die Beurtheilung der Gefahrengrösse folgende Verhältnisse maassgebend: Das Innsbrucker Elektricitätswerk ist nach dem Ganz'schen System eingerichtet. Dieses System schliesst die Verwendung von hochgespanntem Wechselstrom mit Parallel-Schaltung von Transformatoren in sich. Die

Maschinen, drei Stücke zu 150 Pferdekräften, direct gekuppelt mit stehenden Girard-Turbinen von derselben Kraftleistung wie die Dynamos, machen in der Minute 250 Touren und findet in dieser Zeit ein Polwechsel von 4000—5100 statt.

Die Höhe der Ampèrezahl richtet sich selbstverständlich nach dem Verbrauch an elektrischer Energie an der Consumstelle und variiert daher die Ampèrezahl nach Tages- und Jahreszeiten sehr wesentlich. So beträgt beim Innsbrucker Elektricitätswerk im Sommer bei Tag die durchschnittliche Ampèrezahl 25, bei Nacht 56, während diese Zahlen im Winter 30, beziehungsweise 98 im Mittel betragen. Im Einzelfalle ist aber die Ampèrezahl noch weit geringer.

Beim Elektricitätswerk in Weiz sind die Erregermaschinen kleine, dem Lahmayer-Typus ähnliche Gleichstrommaschinen für je 65 Volt Spannung und 30 Ampère maximaler Stromstärke. Der grosse Drehstromgenerator ist nach dem Aussenpol-Typus mit Trommelanker gebaut, hat acht Pole und giebt bei 600 Touren in der Minute 80 Polwechsel in der Secunde oder 40 volle Cyklen. Die normale Spannung beträgt 2000 Volt, der maximale Strom 8 Ampère pro Phase bei voller Belastung des Werkes.

Zur Unglücksstätte (vergl. S. 39 und 90) wird nur eine Phase auf zwei Drähten geführt, indem daselbst nur Licht und keine motorische Kraft benöthigt wird. Zur Zeit der Verunglückung war die Voltzahl normal, das ist 2000, die Ampèrezahl in der betreffenden Zweigleitung wahrscheinlich jedoch eine ganz minimale und nur dem Leergange der Transformatoren entsprechende, da zur selben Zeit keine Lampen brannten und eine anderweitige Stromabgabe von dieser Linie nicht stattfindet. Es ist aber nicht ausgeschlossen, dass durch das Unglück, beziehungsweise durch die dasselbe hervorrufende Isolationsstörung momentan ein grösserer Stromverbrauch bedingt wurde, der sich aber nachträglich nicht mehr feststellen liess.

Endlich ist die Wirkung eines bestimmten Stromes, wie schon an anderer Stelle hervorgehoben wurde, ganz wesentlich abhängig von dem Leitungswiderstande des Körpers im ganzen und den sehr wechselnden Widerständen der einzelnen Organe und Gewebe, namentlich der Haut. Dass diesbezüglich sehr grosse individuelle Verschiedenheiten nach Alter, vielleicht Geschlecht, Gesundheitszustand u. dgl. bestehen, ist ganz unzweifelhaft. Wir verstehen aus diesem Verhalten die so oft beobachtete verschiedene Wirkung desselben Stromes auf verschiedene Individuen.

Aus diesem Grunde ist es nicht möglich, die Grenze der Spannung für den Eintritt unmittelbarer oder mittelbarer Gefahren anzugeben, ebensowenig, wie sich bestimmen lässt, von welchem Werte ab die Stromstärke für den menschlichen Körper schädlich wirkt. Ich stimme Gra-

winkel[1]) vollkommen bei, wenn er sagt: „Alle Versuche und Erfahrungen über die Wirkung der Spannung und Stromstärke auf den menschlichen Körper geben nur Aufschluss über die Einwirkungen bei einzelnen Individuen und unter bestimmten Umständen, sie können nicht verallgemeinert werden."

Dennoch lässt sich meiner Meinung nach für die Praxis eine gewisse unterste Gefährlichkeitsgrenze aufgrund der nun doch schon vorliegenden zahlreichen Erfahrungen annähernd bezeichnen, wenn wir unter Gefährlichkeit eines Stromes verstehen wollen, dass schwere, das Leben bedrohende Erscheinungen oder selbst der Tod eintreten können. Bisher ist noch keine schwerere Beschädigung oder tödtliche Verunglückung an erwachsenen Personen bei Spannungen unter 500 Volt beobachtet worden, wohl aber kennen wir einige Thatsachen, dass solche Ströme selbst unter erschwerenden Umständen ohne Schaden ertragen worden sind. Ich verweise namentlich auf den von Dr. Nordmann[2]) mitgetheilten Fall, wo beim Baue der elektrischen Strassenbahn in Pest ein Arbeiter in einem Canal mit dem Kopf zwischen die beiden stromführenden Leitungen gerieth und längere Zeit in dieser Stellung verblieb. Er hat ausser einem augenblicklichen Unwohlsein nicht die geringste Schädigung davongetragen. Es war Gleichstrom von 500 Volt Spannung in der Leitung. Eine sehr wichtige Erfahrungsthatsache hat jüngst Stricker[3]) festgestellt. Er fand, dass ein Gleichstrom von 440 Volt Spannung bei Ableitung von einem Pole durch den Menschen zur Erde eine so heftige Zuckung auslöst, dass er widerräth, das Experiment zu wiederholen, da es dem Menschen gefährlich werden könne.

Wenn man daher sagt, die untere Grenze der Gefährlichkeit elektrischer Ströme für den erwachsenen Menschen liege um 500 Volt Spannung, so hat man damit, fussend auf sicheren Thatsachen und exacten Versuchen ein für die Praxis immerhin wichtiges Maass zur beiläufigen Abschätzung, der Gefährlichkeit festgestellt.

Unter besonderen Umständen, wozu namentlich schwere Allgemeinerkrankungen mit hochgradiger Abmagerung, Anämie und ungewöhnliche Erregbarkeit des Nervensystems zu gehören scheinen, liegt nach interessanten ärztlichen Beobachtungen die Gefahrgrenze noch viel niedriger, so dass schon Ströme, wie sie für therapeutische Zwecke allgemein verwendet werden, den Menschen in ernste Lebensgefahr bringen können. Man muss sich daher in dieser Frage eine grosse Zurückhaltung auferlegen und sich namentlich hüten, in der Verallgemeinerung von beobachteten Thatsachen zu weit zu gehen, wozu namentlich Elektrotechniker grosse Neigung zu

---

[1]) Grawinkel. Ueber die Gefahren und schädlichen Einwirkungen blanker Stromleitungen. Vortrag, gehalten in der Sitzung des elektrotechnischen Vereines zu Berlin am 25. October 1892. E. T. Z. 1892. S. 643 ff.

[2]) Elektrotechn. Zeitschr. 1892, S. 637.

[3]) S. Stricker. Ueber strömende Elektricität. Wien, 1894, Schlussheft S. 147.

haben scheinen, weil sie Einzelfälle kennen gelernt haben, wo selbst sehr starke Ströme ohne wesentlichen Schaden ertragen wurden.

So hat v. Basch einen Fall veröffentlicht, wo er bei einer sehr anämischen Frau nach circa zwei Minuten dauernder Application tetanisirender Wechselströme auf den Unterleib Syncope beobachtete. Die Kranke wurde auffallend blass, liess den Kopf zur Seite hängen, die Athmung hörte vollständig auf, und erst nachdem die Patientin horizontal gelagert und massiert worden war, kehrte das Bewusstsein unter plötzlicher starker Röthung des Gesichtes wieder. v. Basch meint, dass vielleicht eine Reizung der peripheren Enden des Splanchnicus zum Herzstillstand und hiedurch zur Ohnmacht geführt habe, und weist auf den Goltz'schen Klopfversuch hin.

Glax hat schon im Jahre 1876 eine analoge Beobachtung bei einem jungen, hochgradig abgemagerten Neurastheniker gemacht, welchem er die Bauchmuskeln wegen hartnäckiger Obstipation faradisierte. Der Kranke sass während der Procedur auf einem Stuhle und glitt plötzlich von demselben lautlos herunter, ohne dass er über ein Unwohlsein geklagt hätte, oder dass sonst eine Veränderung an demselben bemerkbar gewesen wäre. Patient war pulslos, das Gesicht geröthet, die Pupillen erweitert. Der Bewusstlose wurde horizontal gelagert, worauf auch bald die ganzen alarmirenden Symptome wieder schwanden.

Durch diesen Fall wurde Glax veranlasst zu untersuchen, ob man bei Fröschen durch Faradisirung der Bauchmuskeln analog dem Goltz'schen Klopfversuch Herzstillstand hervorrufen könne, wobei durch eine ingeniöse Versuchsanordnung Vorsorge getroffen war, dass das Herz nicht direct von wirksamen Stromschleifen getroffen wurde. Er erzeugte nun thatsächlich durch Faradisation der Recti abdominis mit schwachen Strömen mehrmals Herzstillstand in der Diastole. Eine Reizung der schiefen Bauchmuskeln hatte in der Regel auf die Herzbewegung keinen Einfluss.

„Wenn wir," meint Glax, „das Resultat dieser Experimente mit den Beobachtungen vergleichen, welche v. Basch und ich am Menschen gemacht haben, so dürfte wohl der Schluss gestattet sein, dass (durch Faradisation der Bauchdecken) unter Umständen bei mageren, neuropathischen und anämischen Personen eine percutane elektrische Reizung des Plexus coeliacus mit consecutiver Erregung des Vagus und Herzstillstand eintreten kann."

Die Gefährlichkeit scheint sehr rasch zu steigen und es sind schon Tödtungen mit Strömen von weniger als 1000 Volt Spannung beobachtet worden.

Man sollte nun annehmen, dass die Gefahren mit der steigenden Volt- und Wechselzahl in gleichem Maasse zunehmen. Das ist auch bis zu einer gewissen Höhe, deren Grenzen man jedoch nicht kennt, unzweifelhaft der Fall. Es liegt nur die sehr interessante Thatsache vor, dass Wechsel

ströme von sehr hoher Spannung und Frequenz wieder ganz unschädlich sind, vom Menschen gar nicht empfunden werden. Es sind dies Spannungen, die zwischen 40.000—80.000 und selbst über 100.000 Volt liegen, und wobei die Zahl der Wechselschläge in der Minute 10.000—20.000 und mehr beträgt. Diese Ströme, welche auch sonst ganz neue und hochinteressante physikalische Phänomene zeigen, werden nach den ersten Beobachtern derselben in der Regel als Tesla'sche[1]) oder Hertz'sche[2]) Ströme bezeichnet. Tesla hat durch Zufall ihre Ungefährlichkeit erfahren, die seither von zahlreichen Physikern, Physiologen und Elektrotechnikern nachgeprüft und bestätigt worden ist.[3])

Man hat diese fast unbegreifliche Thatsache in verschiedener Weise zu erklären gesucht. D'Arsonval verwies auf die Unerregbarkeit der Gehör- und Sehnerven durch Schwingungen, welche eine gewisse Zahl überschreiten. Wirken zu viele Schwingungen in der Zeiteinheit auf diese Sinnesnerven ein, so finden überhaupt keine Wahrnehmungen mehr statt. Andere nehmen an, dass diese Ströme gar nicht in den Körper einzudringen vermögen, sondern wegen der enormen Geschwindigkeit, mit der die Einzelimpulse aufeinanderfolgen, die elektrischen Wellen gleichsam nur über die Oberfläche des Körpers hinwegbrausen. Die Einzelimpulse sind von viel zu kurzer zeitlicher Dauer, um den Körperwiderstand überwinden zu können.

Korthals endlich erklärt die Erscheinung als eine Wirkung der elektrostatischen Capacität des menschlichen Körpers und sucht seine Anschauung durch eine sehr geistvolle geometrische Darstellung und mathematische Ableitung zu begründen. Es würde zu weit führen, die Auseinandersetzungen von Korthals an dieser Stelle im Einzelnen darzulegen; es möge daher der kurze Hinweis auf diesen, meines Ermessens höchst beachtenswerten Erklärungsversuch der hochinteressanten und bisher nicht genügend erklärten Thatsache der völligen Ungefährlichkeit von Wechselströmen sehr hoher Spannung und Frequenz genügen.[4]) Steinmetz ist in wirkungsvoller Weise der Theorie von Korthals entgegengetreten.

---

[1]) Nicola Tesla. Expériences sur les courants alternatifs de haute fréquence. Lumière électrique. 1891.

[2]) Hertz. Untersuchungen über die Ausbreitung der elektrischen Kraft. Leipzig, 1892.

[3]) Ich habe das Experiment der Durchleitung Tesla'scher Ströme durch den menschlichen Körper hier bereits zweimal zu beobachten Gelegenheit gehabt; es wurde einmal von meinem Collegen Prof. v. Ettingshausen im naturwissenschaftlichen Verein, ein zweitesmal von dem bekannten Experimental-Physiker Dehne vorgeführt.

[4]) W. Korthals (Die Wirkung von Wechselströmen auf den menschlichen Körper. Elektrotechn. Zeitschr. 1892, H. 32, S. 428, und Lumière électrique. September 1892, S. 486) argumentiert im wesentlichen folgendermaassen: Die Wirkung der Elektricität auf den menschlichen Körper hängt, abgesehen von dem Einflusse des Empfindungsvermögens des einzelnen Individuums, von der Stromstärke ab, die den Körper durch-

Nach alledem sind wir heute noch nicht in der Lage, eine sichere Erklärung der so merkwürdigen Erscheinung der Ungefährlichkeit der Teslaströme geben zu können. Hierüber werden nur neue physiologische Versuche Aufschluss zu bringen vermögen.

2. Schutzmaassregeln zur Verhütung von Unglücksfällen.

Schon bald nach der Verallgemeinerung elektrischer Betriebe ergab sich die Nothwendigkeit besonderer gesetzlicher Bestimmungen, um die Anlage derselben zu regeln und die daraus erwachsenden Gefahren thunlichst einzuschränken.

In England wurde 1882 ein eigenes Gesetz zu diesem Behufe beschlossen, die „Electric Lighting Bill". Dasselbe bestimmt, dass der „Board of Trade" die Stadtverwaltungen zur Anlage elektrischer Beleuchtungen zu ermächtigen hat. Gesellschaften oder Privatunternehmern wird die Concession auf 15 Jahre ertheilt.

Im Jahre 1883 erfloss in Oesterreich eine Verordnung der Ministerien des Handels und des Innern, womit elektrische Anlagen als concessionierte Gewerbe erklärt werden und die Erlassung eines besonderen Regulativs hinsichtlich der Ausführung und des Betriebes dieser Anlagen in Aussicht gestellt wird.

In Frankreich wurde die Anlage und der Betrieb elektrischer Werke durch ein Decret vom 15. Mai 1888 geregelt. Dasselbe enthält sehr genaue und zum Theil beengende Bestimmungen. Im Jahre 1892 erhielt Italien ein ausgezeichnetes Reglement über elektrische Einrichtungen und Schutzmaassregeln beim Betriebe „Sulla tutela della sicur-

---

fliesst. Diese ist gleich dem Quotienten aus der Potentialdifferenz, die zwischen den zwei Punkten des Körpers, durch welche der Strom ein- und austritt, herrscht, getheilt durch die Summe des Widerstandes. Die erste Grösse, die Potentialdifferenz zwischen Eintritts- und Austrittsstelle des elektrischen Stromes am Körper nennt Korthals die „Körperspannung"; der Gesammtwiderstand ist zusammengesetzt aus dem Körperwiderstand und dem Uebergangswiderstand. Beide Widerstände sind individuell sehr stark schwankende Grössen. Denkt man sich jedoch den Gesammtwiderstand als eine stets gleichbleibende Grösse, dann ist die Stromstärke direct der Körperspannung proportional, und sie kann als Maass für die Wirkung eines elektrischen Stromes auf den menschlichen Körper angesehen werden.

Es entsteht nun die Frage, wie gross bei einer gegebenen Spannung der Stromquelle die den Körper treffende Spannung ist. Sie beantwortet sich bei Gleichstrom einfach dahin, dass die Körperspannung gleich der Potentialdifferenz der beiden berührten Leiter ist, wenn der Widerstand zwischen Stromquelle und Körper im Verhältnis zum Körperwiderstand gering ist, wie wohl stets der Fall.

Bei Wechselstrom ist jedoch die Antwort nicht so einfach, da hier zwischen Spannung der Quelle und Körperspannung verwickeltere Beziehungen bestehen. Um bei Anwendung von Wechselströmen die Körperspannung zu bestimmen, ist eine Eigenschaft des menschlichen Körpers zu berücksichtigen, welche bei Gleichstrom nicht in Betracht kommt, nämlich die Capacität desselben, d. i. die Eigenschaft, dass der Körper wie ein Condensator wirkt.

rezza pubblica negli impianti elettrici". In beiden Staaten ist eine fachmännisch-technische Prüfung der elektrischen Anlagen eingerichtet.

In den Vereinigten Staaten von Nordamerika besteht eine eigene Control-Behörde „Board of electrical control". Eine im Jänner 1890 stattgefundene Enquête hat sich mit der Regelung dieser Angelegenheit, die für Amerika besonders dringlich geworden war, befasst. M. Morton hat dem Congress amerikanischer Elektriker im August 1890 ein Regulativ unterbreitet, welches angenommen wurde, und welchem sich alle Centralstationen der Union freiwillig unterworfen haben. Es enthält sehr zweckmässige Bestimmungen über die Isolirungen der gefährlichen Theile der Maschinen und Leitungen. Alle Schutzmaassregeln beruhen überhaupt zum grössten Theile auf der Durchführung wirksamer und zweckmässiger Isolirungen.

Für Boston, Massachusetts, ist 1893 eine schon bestehende Bill betreffend die Anlage elektrischer Leitungen dahin abgeändert worden, dass nunmehr sämmtliche Leitungen, von den Stromzuleitungsdrähten für elektrische Eisenbahnen abgesehen, unterirdisch verlegt werden müssen. Ein grosser Theil der Drähte wurde schon vor Inkrafttreten der Bill aus der eigenen Initiative der Gesellschaften unterirdisch verlegt. Das vorliegende Gesetz gestattet den Elektricitätsgesellschaften, ihre Leitungen im Untergrunde der Strassen zu führen, wenn sie von den Ortsbehörden die Erlaubnis hiezu erhalten haben.

Besonders viele Unfälle ereigneten sich in New-York, wo bei den Anlagen in der unverantwortlichsten und leichtsinnigsten Weise seitens der Elektrotechniker gesündigt worden ist. In den Strassen befanden sich grosse Holzmasten, an denen die verschiedensten Gesellschaften einerseits Telephonleitungen, anderseits Drähte mit Spannungen zwischen 1000 und 10.000 Volt angebracht hatten. Dass hiebei Unglücksfälle in grösserer Zahl vorkommen mussten, ist erklärlich. Der Stadtrath von New-York hat diese öffentlichen Gefahren in höchst radicaler Weise beseitigt. Er liess die Masten, auf welchen sich die Drähte befanden, einfach umhauen, und hat so die Gesellschaften gezwungen, ihre Drähte unterirdisch zu verlegen. Seither ist die Zahl der Unglücksfälle auf jenes Minimum zurückgegangen, wie in Deutschland, wo meist von Anfang an bei der Anlage der Elektricitätswerke auf die möglichste Beschränkung der Gefahren Bedacht genommen worden ist.

In Deutschland bestehen bisher nur einzelne Bestimmungen und Verfügungen communaler und anderer autonomer Verwaltungsbehörden. Seit 1891 ist ein Reichsgesetz in Vorbereitung, welches aber von einem Theil der Elektrotechniker aufs heftigste bekämpft wird. Die wichtigsten Gründe und Gegengründe, welche alle wesentlichen Gesichtspunkte beleuchten, sind im folgenden gegenübergestellt:

Im Motivenberichte zu diesem Gesetze, das im wesentlichen die Einrichtung und den Betrieb von elektrischen Anlagen unter die staatliche Controle stellt, wie Gewerbe- und Industriebetriebe, ist folgendes ausgeführt:

„Die Verwendung der Elektricität zu Beleuchtungs- und anderen technischen Zwecken hat neuerdings einen so erheblichen, im steten Wachsen begriffenen Umfang gewonnen, dass sich das Bedürfnis herausgestellt hat, zur Anwendung der mit den elektrischen Anwendungen verbundenen Gefahren gesetzliche Bestimmungen über die Errichtung, die Einrichtung und den Betrieb dieser Anlagen zu erlassen. Es kommen dabei in Betracht: Die Stromerzeugungsanlagen, die Leitungen, die Installationsanlagen und die elektrotechnischen Fabriken. Die mit diesen Anlagen verbundenen Gefahren bestehen in der Möglichkeit von Unfällen infolge der Berührung menschlicher Körper mit den elektrischen Apparaten und Leitungen, in der Feuersgefahr, in der möglichen Störung des öffentlichen Telegraphen- und Telphonbetriebes durch die für andere Zwecke bestimmten elektrischen Leitungen und in den Folgen des durch irgend einen Zufall herbeigeführten Zerreissens dicker, stark gespannter, über Häuser und Strassen fortgeführter Drähte.

Zur Sicherung gegen diese Gefahren muss Vorsorge getroffen werden, dass alle elektrischen Anlagen diejenige Einrichtung erhalten und mit denjenigen Vorkehrungen versehen werden, welche geeignet sind, die Gefahr für Menschen und die Feuersgefahr thunlichst auszuschliessen, und dass die Leitungen eine Einrichtung erhalten, durch welche die gegenseitige Störung der Betriebe vermieden und das Zerreissen der Drähte thunlichst verhindert und eintretendenfalls ungefährlich gemacht wird.

Der Vorschlag, zu dem Ende alle elektrotechnischen Anlagen durch Aufnahme in das Verzeichnis des § 16 der Gewerbeordnung von vorgängiger polizeilicher Genehmigung abhängig zu machen, ist bei näherer Erwägung auf das Bedenken gestossen, dass das Verfahren, welches in diesem Falle nach den Vorschriften der Gewerbeordnung eintreten würde, für eine grosse Zahl elektrotechnischer Anlagen Erschwerung und Belästigung mit sich bringen würde, welche zu der damit verbundenen Gefahr und dem dabei in Betracht kommenden öffentlichen Interesse nicht in richtigem Verhältnis stehen und auf die wünschenswerte weitere Entwicklung der Elektrotechnik hemmend einwirken würde.

Durch den vorliegenden Gesetzentwurf wird daher der Weg besonderer gesetzlicher Regelung eingeschlagen, und zwar in der Weise, dass das gesetzliche und polizeiliche Eingreifen für die verschiedenen in Frage kommenden Anlagen nach dem Maasse der damit verbundenen Gefahr und des dabei in Betracht kommenden öffentlichen Interesses verschieden bemessen wird.

Ueber die Einrichtung und den Betrieb der elektrischen Anlagen sollen unter Berücksichtigung der verschiedenen Arten derselben allgemeine polizeiliche Vorschriften erlassen werden, welche für alle Anlagen gleichmässig verbindlich sind. Die Befolgung dieser Vorschriften soll der Regel nach nur dadurch gesichert werden, dass Zuwiderhandlungen unter Strafe gestellt werden. Eine Ausnahme von dieser Regel soll für solche Anlagen eintreten, bei deren Einrichtung Interessen des öffentlichen Verkehrs und öffentlicher Betriebe, sowie die Verhütung gegenseitiger Störung zu berücksichtigen sind, oder deren Betrieb mit Gefahren für weitere Kreise verbunden ist. Im ersteren Falle soll die Ausführung der Anlage von einer vorgängigen polizeilichen Genehmigung abhängig sein, in letzterem soll vor der Inbetriebsetzung die Uebereinstimmung der Anlage mit den allgemeinen polizeilichen Vorschriften amtlich festgestellt werden.

Die wesentlichsten Bestimmungen dieses Gesetzes lauten:

§ 1. Die Einrichtung und der Betrieb von Anlagen zur Erzeugung, Fortleitung und Verwendung elektrischer, zu Beleuchtungs-Kraftübertragungs-

und anderen Zwecken dienender Ströme — elektrische Anlagen — unterliegen den allgemeinen polizeilichen Bestimmungen, welche vom Bundesrath erlassen werden.

§ 2. Elektrische Leitungen, welche auf, über oder unter öffentlichem Grund und Boden geführt werden, müssen so angelegt werden, dass sie den Betrieb bereits bestehender elektrischer Anlagen nicht behindern und die Benützung des öffentlichen Grundes und Bodens für die spätere Errichtung öffentlichen Zwecken dienender elektrischer Telegraphen- Fernsprech- oder Signalanlagen nicht unmöglich machen.

§ 3. Zur Errichtung elektrischer Anlagen, für welche öffentlicher Grund und Boden benützt werden soll, ist die vorgängige Genehmigung der höheren Verwaltungsbehörde erforderlich.

§§ 4—10 enthalten Bestimmungen über die Ertheilung der Genehmigung und über die Prüfung etwa erhobener Widersprüche gegen die Anlage durch die höheren Verwaltungsbehörden.

§ 11 setzt fest, dass die staatlichen elektrischen Anlagen von den Bestimmungen des Gesetzes ausgenommen sind.

§ 12. Anlagen der im § 1 bezeichneten Art für Räume, welche zur Abhaltung öffentlicher Schaustellungen, Festlichkeiten oder Versammlungen bestimmt sind, dürfen erst in Betrieb gesetzt werden, nachdem ihre vorschriftsmässige Einrichtung durch die Ortspolizeibehörde festgestellt und bescheinigt worden ist.

§§ 13 und 14 enthalten Strafbestimmungen.

§ 15 enthält eine Bestimmung über die behördliche Competenz.

Der Verein deutscher Ingenieure in Berlin sprach sich in seiner Sitzung vom 1. Februar 1893 einhellig gegen die Einführung eines besonderen Gesetzes zum Schutze gegen die elektrischen Gefahren aus. Sowohl in dem bezüglichen Commissionsberichte, wie in der sich anschliessenden lebhaften und interessanten Debatte kam es zum Ausdrucke, dass die Gefahren bei elektrischen Anlagen nicht grösser, vielfach sogar geringer seien als bei anderen Industrien. Es ist auch für Aerzte und medicinische Fachgelehrte wichtig, von den bezüglichen Erfahrungen der Elektrotechniker Kenntnis zu nehmen und Anschauungen kennen zu lernen, welche den Anschauungen der medicinischen Kreise über die Gefährlichkeit der elektrischen Ströme im allgemeinen und insbesondere über die Gefahren hochgespannter Ströme fast diametral zuwiderlaufen.

Dr. Nordmann (E. T. Z. 1893. S. 119) sagt: „Was den ersten Theil der hier angezogenen Gefahren betrifft: „Unfälle infolge der Berührung menschlicher Körper mit den elektrischen Apparaten und Leitungen“ so ist bekannt, dass ein grosser und zur Zeit jedenfalls der grösste Theil aller elektrischen Anlagen mit Spannungen arbeitet, welche dem menschlichen Körper absolut unschädlich sind. (?) Bei denjenigen Anlagen, welche mit höherer Spannung arbeiten, sind die hohe Spannung führenden Theile nur dem Bedienungspersonal zugänglich, das sich mit gleicher Sorgfalt schützt, mit welcher es z. B. einen

in Bewegung befindlichen Riemen vermeidet. Der dem Publicum unmittelbar zugängliche Theil der Leitungen führt immer nur Strom von solcher Spannung, dass ohne jeden Schaden eine Berührung mit dem menschlichen Körper stattfinden kann. Die Leitungen, die zur Fortführung hochgespannter Ströme dienen, werden theils unterirdisch verlegt, theils, bei Ueberwindung grosser Entfernungen, oberirdisch auf hohen Trägern so geführt, dass jeder vor zufälliger Berührung sicher ist. Trotz aller technischen Vorsichtsmaassregeln, denen sich der so leicht zu controlierende elektrische Strom ganz besonders gut unterwerfen lässt, trotz regelmässiger und leicht auszuführender Revision der Drähte muss natürlich mit der Möglichkeit gerechnet werden, dass z. B. ein den hochgespannten Strom führender Draht reisst, die Sicherheitsvorrichtung nicht functioniert und dann eine gefährliche Berührung eintreten kann. Aber einmal darf behauptet werden, dass diese Fälle gewiss nicht so häufig eintreten, wie z. B. das Ausströmen von Leuchtgas, welches wir ohne Bedenken in unsere Wohnungen aufnehmen, und dass weiter auch die Folgen eines solchen Drahtbruches bei weitem nicht so verhängnisvoll sind, wie z. B. eine Gasexplosion, bei welcher vielleicht eine grosse Anzahl von Menschen ihr Leben lassen muss. Ebenso dürfte die Behauptung, dass elektrische Anlagen besondere Feuergefährlichkeit mit sich bringen, gewiss nicht der Wirklichkeit entsprechen. Ich glaube, es würde statistisch leicht nachgewiesen werden können, dass auch in dieser Beziehung die Gasanlagen beiweitem eher eines besonderen Gesetzes bedürfen würden, als die elektrischen Anlagen.

Es darf daher mit aller Entschiedenheit behauptet werden, dass elektrische Anlagen weder besonders verhängnisvolle, noch besonders zahlreiche Gefahren mit sich bringen; nur der Umstand, dass einem grossen Theile des Volkes der elektrische Betrieb noch ungewohnt und unverständlich ist, gewährt die Möglichkeit, die Behauptung aufrecht zu erhalten, dass diese Betriebe sehr gefährlich seien, und es daher im öffentlichen Interesse geboten sei, aus diesem Grunde gesetzlich besonderen Schutz zu schaffen."

Als ein Beispiel relativer Ungefährlichkeit der elektrischen Anlagen führt Görz folgende Thatsache an: Die Maschinenfabrik Oerlikon hat seit dem Jahre 1886 32 Anlagen ausgeführt, bei denen blanke Luftleitungen verwendet wurden. Die Anlagen arbeiten mit Spannungen von 1000 bis 13.000 Volt, und die Länge der verlegten Kupferleitungen für diese Anlagen beträgt rund 500 *km*. In allen diesen Anlagen auf dem ganzen Leitungswege ist bis jetzt kein Unfall vorgekommen, der auf elektrische Ursachen zurückzuführen ist.

Slaby hat auf die staunenerregenden Experimente Tesla's verwiesen, der gezeigt hat, wie Wechselströme von 100.000 Volt Spannung unter Umständen gänzlich gefahrlos sein können; dieser hat in Paris und London seine Versuche vorgeführt, indem er anstandslos Polklemmen berührte, welche jeder Fachmann bis dahin für todbringend erklärt haben würde.

Slaby stellt den Satz auf, dass es gar nicht so leicht sei, jemand elektrisch zu tödten, wie früher allgemein angenommen wurde. Er stützt diese Behauptung durch den Hinweis auf die Nürnberger Versuche, wobei ein Hammel durch einen Strom von 900 Volt Spannung nicht getödtet wurde, und auch der Experimentator (Uppenborn), der den ersten Schlag erhalten hatte, da er aus Versehen die Klemme berührte, keinen Schaden erlitt;[1]) ferner durch den Hinweis auf die in Amerika gemachten Erfahrungen

[1]) In Nürnberg waren schon 1883 über Veranlassung des Thierschutzvereines Versuche angestellt worden, ob nicht die Elektricität mit Vortheil zum Schlachten von Vieh benützt werden könnte. Ein Hammel konnte durch den Strom einer Dynamomaschine von 925 Volt Spannung nicht getödtet werden. Hierauf wurde ein zweiter Versuch mit einem Funkeninductor von 24 *mm* Funkenlänge angestellt, aber ebenfalls ohne Erfolg.

über die elektrischen Hinrichtungen, wo erst umfangreiche Versuche vorgenommen werden mussten, ehe die traurige Aufgabe dem Elektrotechniker glückte; endlich durch das Experiment des Herrn v. Dobrowolsky, der, um die zuverlässige Wirkung seiner Sicherungen zu zeigen, den einen Draht seiner Starkstromleitung von 30.000 Volt Spannung zerriss und ihn mit eigener Hand vom Bahndamm aufhob. Dazu gehört, sagt Slaby mit Recht, entweder unüberwindlicher Todesmuth oder die bewusste Macht des Ingenieurs, der die gewaltige Naturkraft mit sicherer Hand zu beherrschen gelernt hat.

In jüngster Zeit scheint man aber auch in Deutschland zur Einsicht gekommen zu sein, dass eine Regelung dieser Sache doch nothwendig sei, und es wurden daher Vorschläge zu Sicherheitsvorschriften für elektrische Starkstromanlagen von einer gemeinsamen Commission des Verbandes deutscher Elektrotechniker und des elektrotechnischen Vereines ausgearbeitet. Diese enthalten unter gewissenhafter und sachkundiger Berücksichtigung aller bisherigen Erfahrungen sehr eingehende Bestimmungen über Betriebsräume und -Anlagen, über Leitungen, Isolirung und Befestigung der Leitungen, Isolation der Anlagen und Anderes.[1])

Die praktische Wichtigkeit dieses Entwurfes wird die unverkürzte Wiedergabe desselben am Schlusse nicht unerwünscht erscheinen lassen.

Für Baiern sind schon 1884 durch einen Vortrag des Fabriksbesitzers Deinhard in München im polytechnischen Vereine Vorschriften für elektrotechnische Anlagen zum Schutze gegen die gefahrbringenden Eigenschaften des Stromes in Anregung gebracht und vom Staatsministerium erlassen worden (Centralblatt für Elektrotechnik 1884, S. 217).

In Oesterreich bestehen dermalen keine besonderen gesetzlichen Vorschriften für die Ausführung und den Betrieb elektrischer Anlagen und sind die Verhältnisse vorläufig nur durch Stellung der elektrischen Betriebe unter die Bestimmungen des Gewerbegesetzes geregelt. Der elektrotechnische Verein in Wien hat nun schon im Jahre 1891 versucht, dem ungeordneten Zustande auf diesem Gebiete dadurch abzuhelfen, dass er durch sachkundige Mitglieder Sicherheits-Vorschriften für elektrische Starkstrom-Anlagen ausarbeitete, welche seitens der Vollversammlung dieses Vereines am 13. Jänner 1892 auch die Genehmigung erhalten haben. Seitdem bilden diese Sicherheitsvorschriften in der Regel die maassgebende Unterlage für die Beurtheilung der einschlägigen Verhältnisse, ohne dass diese Normen bisher mit dem Gewichte staatlicher Sanction ausgestattet wären.[2])

Dieses ausgezeichnete Regulativ enthält Alles, was bei Anlage und Betrieb elektrischer Einrichtungen in ärztlicher und technischer Beziehung im Betracht kommt. Die anhangsweise Wiedergabe dürfte daher Vielen vom Werte sein.

---

[1]) „Elektrotechnische Zeitschrift“ 1895. Heft 21, S. 319.

[2]) Dieselben waren auch der gerichtlichen Untersuchung des Weizer Falles zugrunde gelegt worden.

Der Aufschwung und die Verbreitung, welche elektrische Anlagen in Oesterreich genommen haben, veranlassten auch staatliche Körperschaften, dieser Frage ihr Augenmerk zuzuwenden, und so liegt denn eine Kundgebung von behördlicher Seite vor, welche erwarten lässt, dass über kurz oder lang auch die Gesetzgebung der Festsetzung eines Regulativs für elektrische Anlagen nähertreten wird. Dem obersten Sanitätsrathe wurde nämlich in seiner Sitzung vom 14. Jänner 1893 von Herrn k. k. Hofrath Professor Franz Ritter v. Gruber ein Initiativantrag zur Beschlussfassung vorgelegt, welcher „die Erlassung von Vorschriften für die Ausführung und den Betrieb von elektrischen Beleuchtungs- und Kraftübertragungsanlagen und über die Befugnis zur Ausführung solcher Anlagen“ zum Gegenstande hat.

Es kann mir nicht zukommen, an dieser Stelle die erwähnten Vorschläge österreichischer und deutscher Fachmänner einer Prüfung im Einzelnen zu unterziehen, sondern ich werde lediglich das Grundsätzliche der Sicherheitsvorkehrungen gegen elektrische Unfälle in Kürze zusammenzufassen haben.

Die Gefahren seitens elektrischer Starkstromanlagen bestehen vornehmlich in der Herbeiführung von Bränden, Explosionen und in der Gesundheitsschädigung oder Tödtung von Menschen. Die Abwendung dieser Gefahren erfolgt durch entsprechende Isolirung der Anlagen, der Leitungen und der Einrichtungen an der Gebrauchsstelle. Es wird also alles darauf hinauskommen, die gefährlichen Theile mit solchen Widerständen zu umgeben, dass sich weder die thermischen noch die mechanischen Wirkungen des Stromes in anderer als in der beabsichtigten Weise geltend machen können. Als Isolationswiderstände dienen daher naturgemäss die schlechten Leiter, zu denen neben trockener Luft vor Allem Glas, Porzellan, Oel, Kautschuk und viele andere Stoffe gehören. Zu vermeiden sind alle hygroscopischen Körper, weil sie durch Feuchtigkeitsaufnahme gut leitend werden. Dahin gehört beispielsweise auch die jetzt mehrfach verwendete Cellulose.

Gute Isolatoren haben elektrische Widerstände von mehreren Millionen Ohm, so alle vorgenannten nicht hygroscopischen Körper.

In Betreff der Verunglückung von Menschen hat man sich vorzustellen, dass es gegen die Berührung beider Pole oder zweier blanken Leitungsdrähte, die einen Stromkreis bilden, überhaupt keinen Schutz gibt. In einem jeden solchen Falle ist der Mensch im Augenblicke der Berührung in den Stromkreis eingeschaltet, der elektrische Strom geht durch seinen Körper hindurch. Ist aber zwischen den die Pole berührenden Körpertheilen und den Polen ein genügend grosser Widerstand eingeschaltet, etwa durch angelegte Kautschukhandschuhe, so findet ein Stromübergang nicht oder nur in dem Maasse statt, als der Widerstand durch die elektrische Kraft überwunden wird. Diese wird durch die nothwendige

Arbeitsleistung bei der Ueberwindung des Widerstandes zum grossen Theile aufgebraucht, und es gelangt nur ein ungefährlicher Bruchtheil in den Körper.

Auch davon kann man sich sehr leicht durch Versuche überzeugen. Berührt man, wie ich es mit v. Ettingshausen ausgeführt habe, die Polklemmen einer Wechselstrom liefernden Dynamomaschine direct, so werden durch Spannungen von 40—50 Volt schon recht unangenehme Wirkungen hervorgerufen. Schaltet man geprüfte Widerstände ein, so ist je nach der Grösse derselben ein solcher Wechselstrom entweder nur ganz schwach oder gar nicht zu spüren. Man kann nun grössere Spannungen ganz leicht und gefahrlos aushalten. Bei Einschaltung eines Widerstandes von 150.000 Ohm habe ich bei diesen Versuchen nahe an 700 Volt durch mehrere Minuten auf mich einwirken lassen. Die Empfindung war geringer, als bei der directen Berührung der Pole eines Stromes von 40 Volt Spannung, obwohl ein bei der directen Durchleitung schon tödlich wirkender Strom durch meinen Körper hindurchgieng. Man würde, vorausgesetzt, dass der eingeschaltete Widerstand absolut sicher ist, auch noch mit Strömen von 1000 und mehr Volt gefahrlos an sich selbst experimentieren können.

Die meisten Verunglückungen von Menschen geschehen aber in der Weise, dass nur ein Pol oder ein Draht berührt wird. Hier ist eine Gefahr nur dann gegeben, wenn der Mensch im Augenblicke der Berührung mit der Erde in leitender Verbindung steht. Es geht der Strom dann durch den Körper zur Erde und durch diese zum zweiten Pole zurück. Das wird ein Erdschluss oder Kurzschluss mit Erdleitung genannt. Um diese Gefahr zu vermeiden, müssen die Widerstände gegen Erde sehr gross sein, so dass sie vom Strome nicht überwunden werden können. Würden beispielsweise die Arbeitsräume der Centrale einer elektrischen Starkstromanlage mit Kautschuk belegt sein, so könnte ein auf solcher Unterlage stehender Mensch eine Polklemme, eine Bürste der Erregermaschine, einen Draht stets gefahrlos in die Hand nehmen.

Aus Sicherheitsgründen und um Verluste der elektrischen Energie hintanzuhalten, ist es daher geboten, dafür zu sorgen, dass der Widerstand der Leitung gegen Erde ein möglichst grosser sei. Ist ein Leitungsdraht der Anlage nicht mehr genügend isoliert, so ändert sich sein Potential gegen Erde, indem es geringer wird. Misst man daher bei einer Leitung zuerst an einem, dann am zweiten und beim Dreileitersystem auch am dritten Draht nacheinander mittelst eines Voltmeters das Potential der betreffenden Leitung gegen Erde und erhält dabei merklich ungleiche Ausschläge, so ist in demjenigen Leitungsdraht ein Fehler der Isolirung, welcher den geringeren Ausschlag giebt.

Auf diesem Principe fusst eine Einrichtung, welche in gleicher Weise eine ökonomische wie Sicherheitsvorkehrung ist, der Erdschluss-

prüfer. Prof. v. Ettingshausen hat denselben als eine ganz gewiss hochbeachtenswerte Schutzeinrichtung bereits in drei steiermärkischen Elektricitätswerken eingeführt und erprobt. (Weiz, Kapfenberg und Niklasdorf.) Er besteht in einem Elektrometer, welches mit einem drehbaren Schalthebel in der Weise verbunden ist, dass man durch einen isolierten Handgriff die Spitze des Hebels nacheinander mit je einem Draht in leitende Verbindung bringen kann. In diesem Momente wird das Potential des berührten Drahtes gegen Erde an dem Ausschlag des Voltmeters gemessen. Nennenswerte Unterschiede in den Ausschlägen zeigen Fehler an dem Drahte an, wo der Ausschlag geringer ist. In den genannten Werken werden über Veranlassung v. Ettinghausen's täglich zweimal Messungen vorgenommen und in einer angelegten Tabelle verzeichnet. Ausserdem werden noch besondere Messungen ausgeführt, wenn auffallende Erscheinungen auftreten, z. B. ein Rückgang der Spannungen, Blitzschläge u. dergl.

Der Erdschlussprüfer nach v. Ettingshausen ist am Schaltbrette angebracht, und können die Messungen und Aufzeichnungen von jedem Arbeiter vorgenommen werden. Da durch diesen Apparat drohende Gefahren angezeigt werden, und dadurch Anlass zum Aufsuchen und Abstellen des Fehlers in der Leitung gegeben ist, so verdient diese Einrichtung wohl allseitige Beachtung. Vielleicht würde es sich empfehlen, solche Erdschlussprüfer obligatorisch einzuführen, wie dies thatsächlich beim Weizer Elektricitätswerke durch Auftrag der zuständigen Verwaltungsbehörde geschehen ist.

Mehrere Unfälle haben sich auch dadurch ergeben, dass während des Betriebes Ausbesserungsarbeiten vorgenommen wurden. Vom Standpunkte der öffentlichen Schutzpflicht sollte dies untersagt sein.

3. *Die Rettung Verunglückter.*

Damit wir uns die Maassnahmen klar machen können, welche zu ergreifen sind, um elektrisch Verunglückte vor dem drohenden Tode zu retten, müssen wir davon ausgehen, dass der elektrische Tod im Wesen eine Erstickung ist. Der Verunglückte ist entweder bereits definitiv todt, d. h. schon erstickt — dann ist selbstverständlich jede Hilfe vergeblich, oder er ist in Gefahr zu ersticken, es besteht keine Athmung, aber die Herzthätigkeit ist noch im Gange. Es wird dieser Zustand als „Asphyxie", Erstickungsgefahr, bezeichnet. Der Asphyktische kann nicht selten zum Leben zurückgebracht werden.

Es geschieht dies durch die Anwendung von Mitteln, welche die Athmung wieder in Gang bringen können. Dahin gehören zunächst starke Reize auf die Haut, wie man sie zur Wiederbelebung Ertrunkener oder Erhängter seit alter Zeit und oft mit Erfolg angewendet hat. Der elektrisch Verunglückte ist diesen völlig gleich zu erachten und daher

auch gleich zu behandeln. Diese Hautreize werden in Reibungen, Bürsten der Haut, Besprengung mit kaltem Wasser, eventuell vorsichtigem Auftropfen von heissen Flüssigkeiten bestehen können.

Grundvoraussetzung der Rettung ist natürlich das Aufhören des elektrischen Reizes, also Freimachen des Verunglückten von der Leitung, falls er noch im Zusammenhang wäre. Damit die Athmung in Gang kommen kann, müssen alle beengenden Kleidungsstücke geöffnet, namentlich der Hals, die Brust und der Unterleib frei gemacht werden.

Viel wichtiger und zweckdienlicher als die erwähnten Hautreize ist die Einleitung und Unterhaltung der künstlichen Athmung. Es wäre sehr empfehlenswert, wenn technische Beamte sich mit den nöthigen Handgriffen vertraut machen würden, weil der Arzt meist nicht rechtzeitig zur Stelle sein wird, um noch mit Erfolg eingreifen zu können, obwohl eine jüngste Erfahrung lehrt, dass selbst nach längerer Zeit eingeleitete künstliche Respiration noch von Erfolg gekrönt sein kann. D'Arsonval theilte in der Pariser biologischen Gesellschaft folgenden Fall mit: Bei elektrischen Arbeiten auf einer Bahnstrecke benutzte man Ströme von 5000 Volt mit 110 Unterbrechungen. Der Strom betrug 800 Milliampères. Ein Arbeiter kam in die Leitung und bekam den starken Strom. Erst nach fünf Minuten wurde die Leitung abgestellt. Nach 40 Minuten bekam er Hilfe. Man musste ihn für todt halten, dennoch wurde die künstliche Athmung eingeleitet, erst in gewöhnlicher Weise, dann mit Hervorziehung der Zunge. Jetzt stellte sich die Athmung wieder her. Patient wurde in ein Krankenhaus gebracht. (Deutsche Medicinal-Zeitung 1894, Nr. 63, S. 705.)

Es kann hier nicht der Platz sein, die verschiedenen Methoden der künstlichen Respiration zu besprechen; sie sind ärztliches Gemeingut, nur in Bezug auf die von Brown-Sequard besonders empfohlene Methode der Faradisation des Phrenicus und Vagus sei mir gestattet, die Worte des Autors selbst anzuführen.

In Betreff der besten Art der Wiederbelebung von durch elektrische Schläge hingestreckten Thieren bemerkt Brown-Sequard in der Sitzung der Pariser Akademie der Wissenschaften vom 4. April 1887 beiläufig folgendes:

D'Arsonval hätte sagen können, dass wir schon seit Jahren im Collège de France eine sehr kräftig wirkende Erregungsart anwenden, um die durch Inhibition zum Stillstand gebrachte Respiration wieder in Gang zu bringen. Dieses Verfahren ist dem der Cauterisirung, welche Faure und andere Experimentatoren anwenden, entschieden überlegen. Es besteht in der Application eines faradischen Stromes an den Seiten der Luftröhre auf die befeuchtete oder oberflächlich eingeschnittene Haut.

Der Grund, warum gerade diese Art der Galvanisirung sich besonders zur Wiederbelebung Asphyktischer eignet, liegt darin, dass bei dieser Art

der Nervus vagus leicht gereizt wird, was bekanntlich Athmen hervorruft und manchmal selbst eine beträchtliche Vermehrung der Energie des Athmens erzeugt.

Es ist dies nach dem Ausspruche Brown-Sequards viel wirksamer als die Application von galvanischen Strömen auf irgend einen beliebigen Körpertheil, wie dies in den Laboratorien prakticiert wird, um bei Thieren die Athmung wieder in Gang zu bringen, wenn sie durch Chloroform oder auf andere Weise asphyktisch gemacht worden sind.

Ausser der künstlichen Athmung, die zuerst von D'Arsonval und Brown-Sequard empfohlen wurde, und die unzweifelhaft stets in erster Linie anzuwenden sein wird, möchte ich aufgrund theoretischer Ueberlegungen einen therapeutischen Vorschlag machen und denselben den Aerzten gewissermaassen als ein letztes noch zu versuchendes Mittel empfehlen, das meiner Meinung nach neben der künstlichen Respiration mit Erfolg angewendet werden könnte. Es ist das ein in der modernen Therapie, wie ich glaube, nicht ganz mit Recht verrufenes Mittel: die Blutentziehung in Form der Venaesection, der Aderlass.[1])

Die Verunglückten sind meist jüngere, kräftige und blutreiche Individuen. Bei den Obductionen war die Blutüberfüllung des Herzens, der grossen Gefässe und der Lungen immer eine ganz enorme. Man hat unwillkürlich die Vorstellung, das Herz habe mit seiner durch die elektrische Einwirkung ja ohnehin sehr geschwächten Triebkraft nicht mehr hingereicht, die plötzlich im Uebermaasse angesammelte Blutmenge des kleinen Kreislaufes zu bewältigen. Die pathologischen Thatsachen drängen zu der Vorstellung, dass die Entlastung des Herzens in diesen Fällen eine lebensrettende That sein könnte.

Ueber erste Hilfeleistungen bei Unfällen durch Elektricität, soweit dieselben durch Laien geleistet werden können, hat der „Elektro-Techniker“ jüngst folgende sehr zweckmässige und empfehlenswerte Anleitung gegeben:

1. Man unterbreche sofort den elektrischen Strom, wenn ein solches Mittel nahe zur Hand ist und man damit umzugehen versteht.

2. Ist dies nicht der Fall, so hüte man sich, den Körper des Verunglückten mit der Hand zu berühren. Wenn Gummihandschuhe nicht da sind, so ziehe man ihn an seinen Rockschössen aus den Drähten. Oder man falte seinen eigenen Rock oder eine trockene Decke in zwei oder drei dicke Lagen zusammen und benutze dies zum Anfassen des Körpers, um ihn herauszuziehen.

[1]) Ich habe diesen Vorschlag zuerst im Vereine der Aerzte in Steiermark anlässlich eines am 18. Februar 1895 gehaltenen Vortrages gemacht. (Kratter, Der Tod durch Elektricität. Zweite vorl. Mittheilung. Mittheilungen des Vereines der Aerzte in Steiermark. 1895, Nr. 4.)

3. Wenn es unmöglich ist, den Verunglückten aus den Drähten herauszuziehen, so hebe man mit bedeckten Händen den Theil des Körpers des Verunglückten in die Höhe, der mit der Erde oder einem der Pole in Berührung steht. Dadurch wird der elektrische Strom unterbrochen, und es wird gewöhnlich möglich, den Körper herauszuziehen.

4. Wenn dies alles nicht gelingen sollte, so mache man aus trockenem Tuche noch ein anderes Kissen, welches man dann unter den Theil des Körpers schiebt, der auf dem Boden liegt. Dann fahre man fort, den Körper aus den Drähten, wie vorerwähnt, zu befreien.

5. Ist der Körper vom elektrischen Drahte frei, so entferne man am Halse alle Bekleidung und behandle den Verletzten wie einen Ertrunkenen.

6. Man öffne den Mund des Verunglückten und erfasse dessen Zunge mit den Fingern, die mit einem Taschentuche bedeckt werden sollen. Dann ziehe man die Zunge nach vorn und lasse sie allmählich wieder zurückgehen. Dies wiederhole man etwa 16mal in der Minute. Man achte darauf, dass die Wurzel der Zunge mit in Thätigkeit kommt, also das Anziehen der Zunge gründlich geschieht. Wenn die Zähne fest zusammengebissen sind, suche man sie mit einem Stückchen Holz oder dergleichen auseinander zu bringen.

7. Man wehre alle Versuche der Umstehenden ab, dem Verunglückten Branntwein oder dergleichen einzugeben, sondern behandle ihn so, wie gesagt, bis ein Arzt erschienen ist.

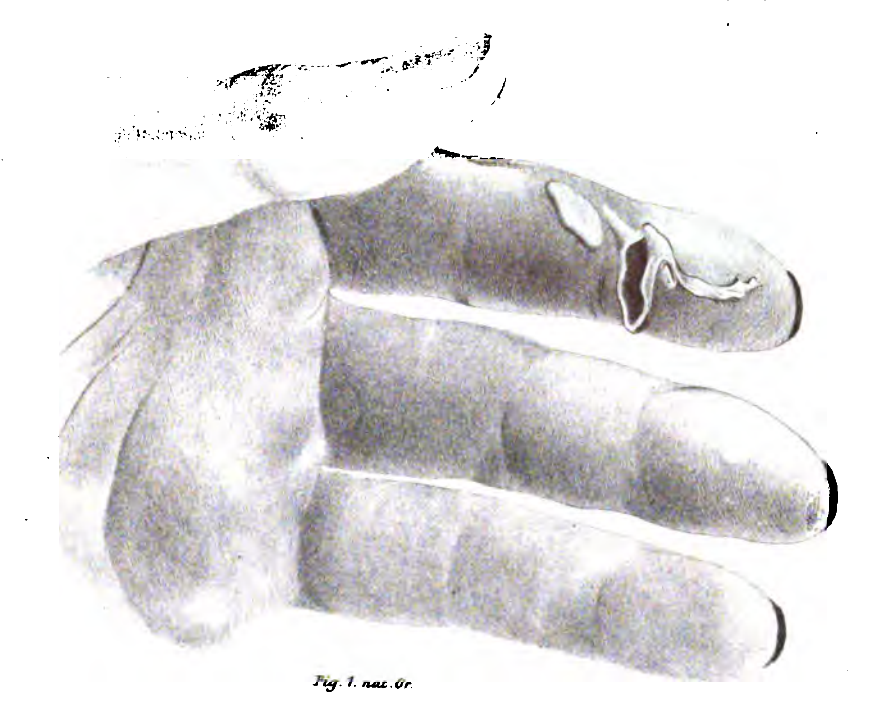


Fig. 1. nat. Gr.

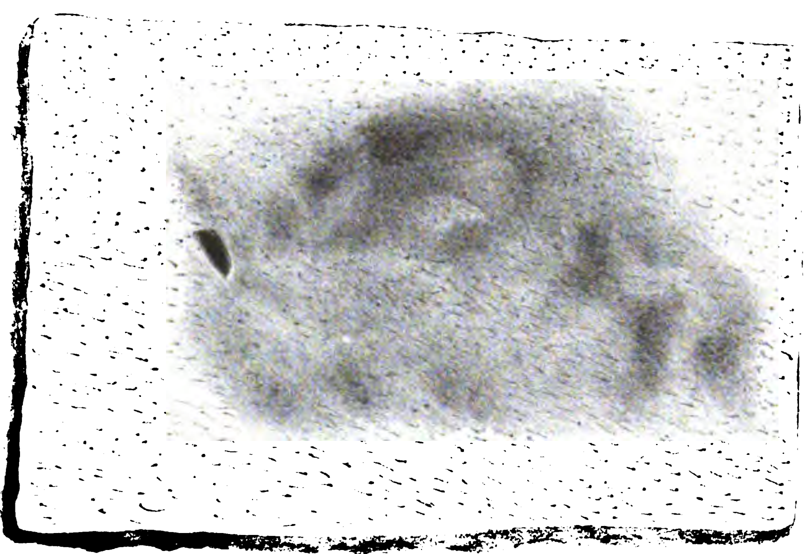
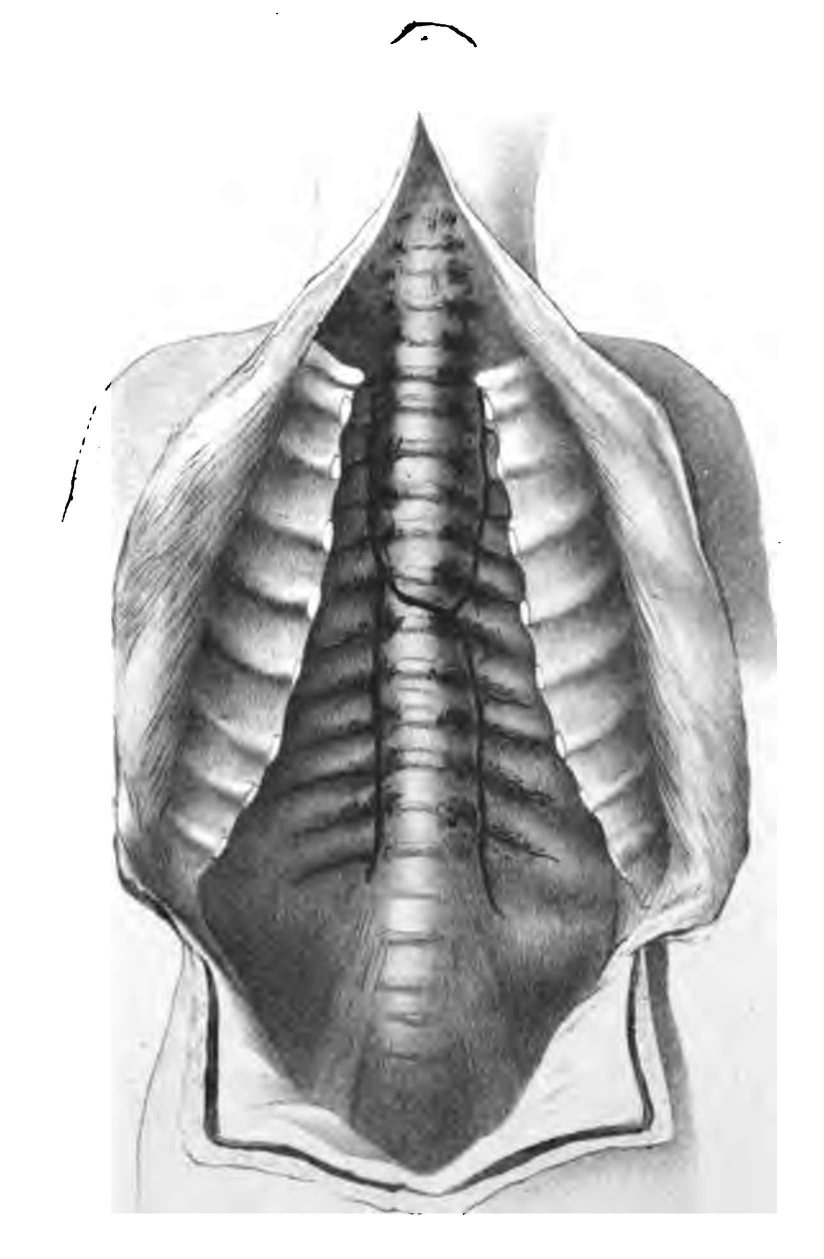


Fig. 2. nat. Gr.

Lith. Anst. v. Th. Bannwarth, Wien.

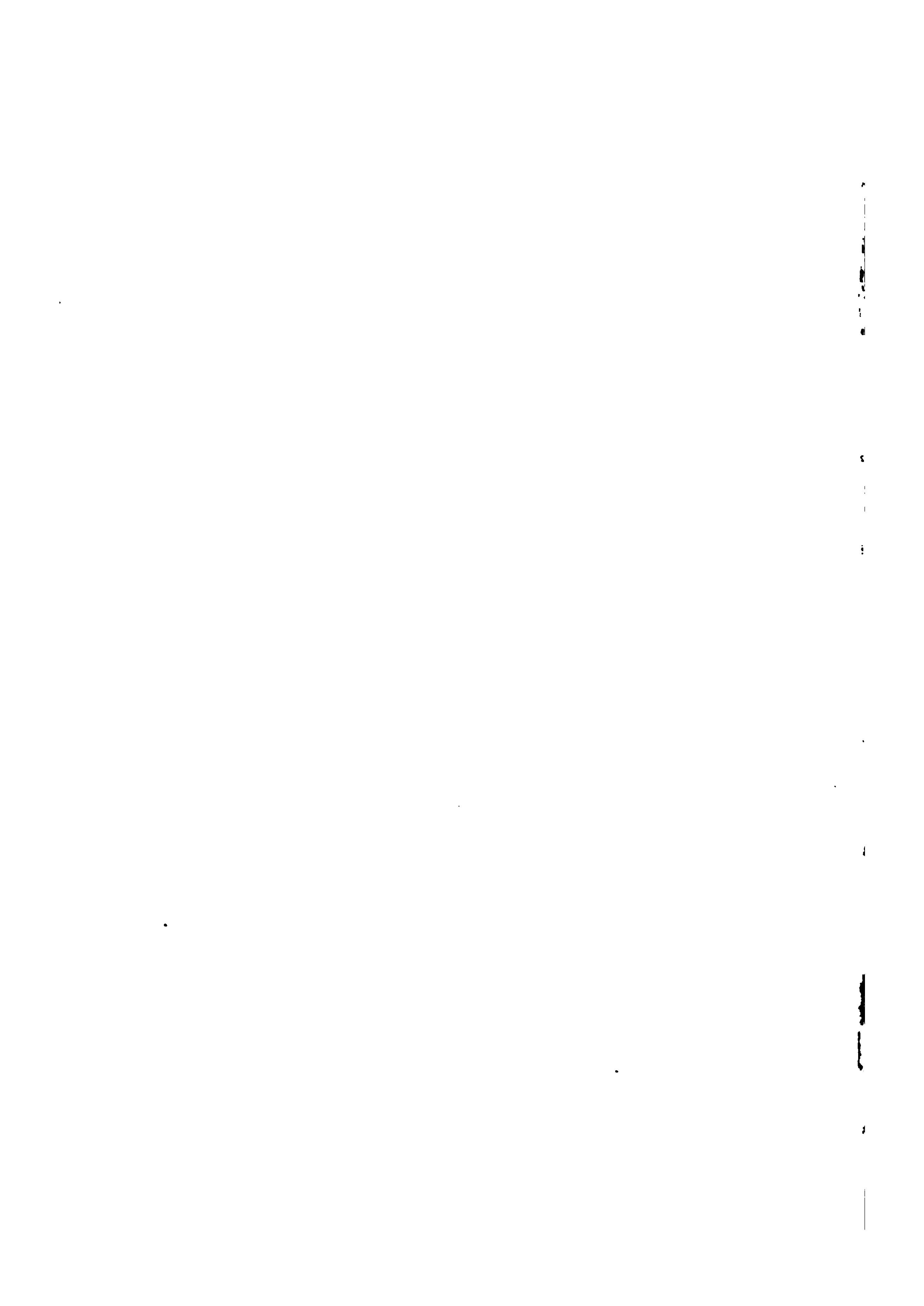
Verlag von Franz Deuticke in Leipzig und Wien.



1/5 nat. Gr.

Lith. Anst. v. Th. Bannwarth, Wien.

Verlag von Franz Deuticke in Leipzig und Wien.



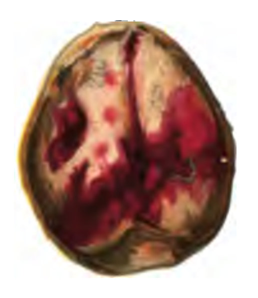


Fig. 1.



Fig. 2.



Fig. 3.



Fig. 4.



Fig. 5.

Lith. Anst. v. Th. Bannwarth Wien

Verlag von Franz Deuticke in Leipzig und Wien.

9 50 1 2 3 4 5

7 8 9 50 1 2

8 9 50 1 2 3

ANHANG.

I.

Sicherheits-Vorschriften für elektrische Starkstrom-Anlagen.[1])

Ausgearbeitet vom Regulativ-Comité des Elektro-technischen Vereines in Wien und genehmigt in der Vereinsversammlung vom 13. Jänner 1892.

A. Apparate zur Erzeugung, Aufspeicherung und Umwandlung des elektrischen Stromes.

(Elektrische Maschinen, Transformatoren, Accumulatoren, Batterien u. s. w.)

Aufstellung.

1. Die Aufstellung von Apparaten zur Erzeugung, Aufspeicherung und Umwandlung des elektrischen Stromes darf nur in Räumen erfolgen, in denen sich keine leicht entzündlichen oder explosiven Stoffe befinden.

Besondere Vorkehrungen.

2. Wird bei der Erzeugung, Aufspeicherung oder Umwandlung des elektrischen Stromes die Luft in gesundheitsschädlicher Weise verändert oder Wärme in grösserer Menge entwickelt, so sind für die Aufstellung dieser Apparate abgeschlossene, für anderweitige Arbeiten nicht zu benützende Räume zu verwenden, welche behufs Lüftung mit entsprechenden, in's Freie führenden Abzügen zu versehen sind.

3. Wenn die Apparate zur Erzeugung, Aufspeicherung oder Umwandlung des elektrischen Stromes Stromkreisen angehören, in welchen Spannungsunterschiede von mehr als 300 Volt bei Gleichstrom oder 150 Volt bei Wechselstrom auftreten, so muss:

a) deren Aufstellung in besonderen, anderweitig nicht benützten oder besonders abgegrenzten Räumen erfolgen;

b) durch auffallende Aufschriften in nächster Nähe der Apparate vor Berührung gewarnt werden;

c) eine besondere Isolirung[2]) der Apparate von der Erde, bezw. der betreffenden Apparattheile von dem tragenden Gestelle vorgesehen werden;

---

[1]) Sonderdruck im Selbstverlage des Vereines. Wien, 1892.

[2]) Als Isolirmittel genügt in trockenen Räumen Holz mit heissem Leinöl, Theer, Asphalt oder dergl. getränkt, während, wenn Feuchtigkeit zu gewärtigen ist, Kautschuk, Glas, Porzellan und dergl. feuchtigkeitsbeständige Isolirmaterialien zu wählen sind.

d) Vorsorge getroffen werden, dass nur von der Erde isolirte Personen die stromführenden Theile des Apparates berühren können (z. B. durch isolirenden Belag des Fussbodens).

B. Leitungen.

Querschnitt.

4. Der Querschnitt der Leitungen und aller Verbindungen, welche zur Fortleitung des Stromes zwischen den Stromerzeugern, den Apparaten zur Aufspeicherung oder Umwandlung des Stromes untereinander, sowie zwischen diesen und den Verbrauchsstellen des Stromes dienen, ist so zu bemessen, dass durch den stärksten auftretenden Strom eine feuergefährliche oder die Isolirung gefährdende Erwärmung derselben nicht bewirkt werden kann.

Die zulässige stärkste Betriebsbeanspruchung für Leitungsdrähte ist nach den Formeln $J = \sqrt{\varkappa\, Q^{\frac{3}{2}}}$ bezw. $D = \sqrt{\frac{\varkappa}{Q^{\frac{1}{2}}}}$ zu berechnen, in welchen J die grösste zulässige Betriebsstromstärke in Ampère, D die zulässige Stromdichte (Ampère pro Quadrat-Millimeter), Q den Querschnitt des betreffenden Leitungsdrahtes in Quadrat-Millimetern und $\varkappa$ die Leitungsfähigkeit des Leitungsmaterials gegen Quecksilber bedeuten.

Leitungsseile können um 10 Proc. stärker beansprucht werden.

Hienach können Kupferdrähte mit einer Leitungsfähigkeit von 95 Proc. des chemisch reinen Kupfers durch den stärksten Betriebsstrom in folgender Weise beansprucht werden, und zwar Drähte von:

$2^1/_2$ *mm* Durchmesser, beziehungsweise von	5 mm^2	mit	5	Ampère	pro	mm^2
4 „ „ „ „	13	„	4	„	„	„
7 „ „ „ „	40	„	3	„	„	„
16 „ „ „ „	200	„	2	„	„	„
64 „ „ „ „	3250	„	1	„	„	„

Bei Elektromotoren, Bogenlampen und dergl., bei deren Einschaltung vorübergehend eine höhere als die gewöhnliche Betriebsstromstärke auftritt, sind die Leitungen für diese höhere Stromstärke zu bemessen.

5. Die Anwendung von Leitungsdrähten unter 1 *mm* Durchmesser ist nicht gestattet. Ausgenommen hievon sind Drähte für Beleuchtungskörper, bei welchen noch ein Durchmesser von 0·7 *mm* zulässig ist; ferner Drähte für Leitungsseile.

Sicherung der Leitungen.

6. Zur Sicherung gegen starke Ströme sind die Leitungen durch selbstthätige Stromunterbrecher (Sicherungen, Punkt 29) zu schützen, welche in verlässlicher Weise verhindern, dass der Strom selbst in den schwächsten

Ausläufern der von ihnen geschützten Leitungsgruppen das $1\frac{1}{2}$fache der nach Punkt 4 zulässigen stärksten Betriebsbeanspruchung übersteigt.

Diese selbstthätigen Stromunterbrecher müssen, von der Stromquelle ausgehend, vor den Anfang der betreffenden Leitung, bezw. der betreffenden Leitungsgruppe eingeschaltet sein und in jedem Pole der Leitung angebracht werden.

Isolation.

7. Der Isolationswiderstand[1]) eines Leitungsnetzes gegen die Erde oder zwischen Theilen derselben Leitung muss, insoweit Spannungsunterschiede vorkommen, mindestens $5000 \frac{E}{J}$ Ohm betragen, worin E den grössten Spannungsunterschied in Volt zwischen den betreffenden Leitungen unter einander, sowie gegen Erde, und J die Stromstärke in Ampère bezeichnet.

In solchen Fällen, wo infolge grosser Feuchtigkeit der die Leitung umgebenden Atmosphäre der angegebene Isolationswiderstand nicht erreicht werden kann (wie beispielsweise bei Brauereien, Färbereien, elektrischen Bahnen), ist unter folgenden Bedingungen auch eine geringere Isolation zulässig.

a) Die Leitung muss ausschliesslich auf Isolatoren aus feuer- und feuchtigkeitsbeständigem Isolirmaterial und so geführt sein, dass eine Feuersgefahr infolge Stromableitung dauernd ganz ausgeschlossen ist;

b) bei Spannungen von mehr als 150 Volt bei Wechselstrom oder 300 Volt bei Gleichstrom muss eine zufällige Berührung nicht genügend isolirter Theile der Leitung durch unbetheiligte Personen ausgeschlossen sein.

Blanke Leitungen.

8. Blanke Leitungen dürfen nur auf Isolatoren aus feuchtigkeits- und feuerbeständigem Isolirmateriale und derart angebracht werden, dass eine zufällige Berührung derselben durch unbetheiligte Personen und eine Berührung der Leitungen untereinander, sowie mit anderen Körpern, als den isolirenden Unterstützungen, ausgeschlossen erscheint. Dieselben sollen daher:

a) Ueberall dort, wo unbetheiligte Personen verkehren, in einer Höhe von mindestens 3·5 *m* über dem höchsten Standpunkte derselben angebracht oder mit einer Schutzhülle umgeben werden;

b) in einem lichten Abstande von fremden, schlecht leitenden Körpern gehalten werden, welcher in geschlossenen Räumen mindenstens 10 *mm*, im Freien mindestens 50 *mm* beträgt;

[1]) Die Isolationsmessungen sind bei Betriebsspannungen bis zu 150 Volt mit demselben grössten Spannungsunterschiede, welcher beim wirklichen Betriebe vorkommt, vorzunehmen. Bei höheren Betriebsspannungen kann hievon Abstand genommen werden, jedoch soll dann vor der Isolationsmessung, welche mit wenigstens 150 Volt durchzuführen ist, das betreffende Leitungsmaterial eine Belastungsprobe mit der mindestens doppelten Betriebsspannung bestanden haben.

c) in einem lichten Abstande von fremden, leitenden Körpern, (Metalltheilen) und von einander angebracht werden, welcher in geschlossenen Räumen mindestens $10 + \sqrt{E}$, im Freien mindestens $50 + \sqrt{E}$ *mm* beträgt, wobei E den auftretenden grössten Spannungsunterschied in Volt bedeutet. Nur Drähte oder Kabel, welche unausschaltbare Zweige einer und derselben Leitung bilden, können in geringerem Abstande, ja selbst in leitender Berührung miteinander geführt werden.

In Fällen, wo zwischen den Unterstützungspunkten eine Annäherung der Leitungen gegen einander oder gegen fremde Körper eintreten kann, ist der unter *b)* und *c)* festgesetzte lichte Abstand noch um $^1/_{200}$ des Abstandes der Unterstützungen zu vermehren.

Wenn die Leitungen an einzelnen Stellen zwischen den Unterstützungspunkten noch durch besondere Verstrebungen in festem Abstande von einander oder von fremden Körpern gehalten werden, so gilt bei Berechnung des Zuschlages die Entfernung dieser Verstrebungen.

Falls infolge des Durchhanges eine Verringerung des Abstandes der Leitungen untereinander oder gegen fremde Körper eintreten könnte, oder, falls die fremden Körper beweglich sind (Laufkrahne, Riemen u. s. w.). ist deren äusserste Lage für die Bestimmung des geringsten Abstandes maassgebend.

Isolirte Leitungen.

9. Isolirte, d. h. mit isolirenden Stoffen eingehüllte Leitungen müssen, sofern sie nicht unter die in Punkt 10 behandelten, besonders isolirten Leitungen gehören, im Allgemeinen ebenso wie blanke Leitungen behandelt werden, können jedoch, wenn Feuchtigkeit nicht zu befürchten ist, bei Spannungen unter 250 Volt bei Wechselstrom und 500 Volt bei Gleichstrom in einer auch für unbetheiligte Personen zugänglichen Weise Anwendung finden.

Besonders isolirte Leitungen.

10. Besonders isolirte Leitungen, das sind solche, welche 24 Stunden unter Wasser gehalten, noch einen Isolationswiderstand gegen Wasser von mindestens $500 \times E$ Ohm per *km* und bei 15° C. aufweisen (wobei E den grössten Betriebs-Spannungsunterschied in Volt bedeutet), können in unmittelbarer Nähe von einander und von fremden Körpern geführt werden.

Besondere Vorkehrungen.

11. Das Isolirmaterial besonders isolirter Leitungen muss, falls durch vorhandene oder zu gewärtigende Feuchtigkeit (Wasser) eine leitende Verbindung des Leiters mit anderen Leitern oder fremden nicht isolirenden Körpern zu befürchten ist, entweder selbst vollkommen zusammenhängend, feuchtigkeitsbeständig und wasserundurchlässig sein

(Guttapercha, Gummi u. dergl.), oder es muss dasselbe mit einer vollkommen feuchtigkeitsbeständigen und wasserundurchlässigen Schutzhülle (z. B. Bleimantel) umgeben werden, so dass trotz der fortwährenden Einwirkung der Feuchtigkeit mindestens der unter Punkt 10 verlangte geringste Isolationswiderstand dauernd erhalten bleibt.

12. Beim Uebergang von Leitungen aus dem Freien oder aus feuchten Räumen in trockene Räume sind gegen das der Leitung entlang fliessende Wasser, sowie gegen schädigenden Einfluss von Feuchtigkeit, besondere Vorkehrungen zu treffen (Abtropfkrümmungen, Einführungstrichter u. dergl.).

13. Sind die Leitungen chemischen Einflüssen ausgesetzt (z. B. in der sie umgebenden Atmosphäre oder dem Boden, bezw. dem Mauerwerk u. s. w., worin sie verlegt sind), wodurch das Isolirmaterial oder die Leitungen selbst angegriffen werden könnten, so muss für ausreichenden Schutz gegen diese Einflüsse gesorgt werden.

14. Wo die Leitungen oder deren Umhüllung schädigenden mechanischen Einflüssen (Reibung, Biegung, Quetschung u. dergl.) ausgesetzt sind, muss für entsprechende Widerstandsfähigkeit oder ausreichenden Schutz Sorge getragen werden.

Canäle für Leitungen.

15. Alle zur Aufnahme elektrischer Leitungen dienenden Canäle sollen mit ausreichender Sicherheit hergestellt werden, um jeder Beschädigung und hauptsächlich, wenn sie im Strassengrunde liegen, den drohenden Belastungen durch schweres Fuhrwerk und dergl. sicher Stand halten zu können.

Wenn die Leitungen in Canälen nicht durchgehends besonders und wasserbeständig isolirt sind, sollen Vorkehrungen getroffen werden, damit Wasseransammlungen bis zu den weniger geschützten Stellen nicht stattfinden können. Wo Gasleitungen in demselben Canal geführt sind, ist für eine entsprechende Lüftung Sorge zu tragen, welche die Ansammlung brennbarer und explosiver Gase unmöglich macht.

Periodische Untersuchungen.

16. Leitungen, welche gegen mechanische oder chemische Einflüsse nicht ausreichend geschützt werden können, sind jährlich einmal hinsichtlich der Bestimmungen dieser Vorschriften, und zwar besonders auf genügenden Querschnitt und entsprechende Isolation zu untersuchen und erforderlichen Falles in ordnungsmässigen Zustand zu bringen.

Desgleichen müssen alle jene Leitungsanlagen, welche dauernd ausser Betrieb gesetzt werden oder schädigenden Ereignissen (wie beispielsweise Ueberschwemmung, Feuer, Adaptirung des Gebäudes u. s. w.) ausgesetzt waren, vor Wiederinbetriebsetzung geprüft und in Stand gesetzt werden.

Blitzschutz.

17. **Zum Schutze gegen Blitzgefahr** sind Leitungsnetze, welche ausser dem Bereiche schützender Gebäude ganz oder theilweise oberirdisch geführt sind, mit entsprechenden Blitzschutzvorrichtungen zu versehen.

Auf die Herstellung einer guten „Erde" ist besondere Sorgfalt zu verwenden, weshalb auch gut ableitende Metallbestandtheile der Anlage und der Baulichkeiten, wie Rohrleitungen, Träger, Säulen und dergl. als Erdleitung heranzuziehen sind.

Leitungen für hochgespannte Ströme.

18. **Leitungen für hochgespannte Ströme**, d. i. für Spannungen über 500 Volt bei Gleichstrom, bezw. 250 Volt bei Wechselstrom, müssen stets in einer für unbetheiligte Personen unzugänglichen Weise verlegt werden.

Dieselben sollen daher:

a) **Als blanke Leitungen nur im Freien** und mindestens 5 *m* über dem Boden, sowie mindestens $2^1/_2$ *m* von denjenigen Gebäudetheilen entfernt angebracht werden, von welchen aus eine Zugänglichkeit der Leitungen möglich wäre, z. B. Dach, Fenster, Balcon und dergl. Die Lage dieser Leitungen soll der betreffenden Ortsfeuerwehr bekanntgegeben werden;

b) **in's Innere von Gebäuden**, die unbetheiligten Personen zugänglich sind, nur als **besonders isolirte Leitungen** geführt werden, welche mit einem gegen Beschädigung schützenden widerstandsfähigen Mantel (Eisenband, Eisenrohr und dergl.) umgeben werden müssen, der, falls eine elektrische Ladung desselben zu gewärtigen ist, mit der Erde in leitender Verbindung stehen soll.

19. **Die Befestigung der Leitungen** auf ihren Unterlagen ist derart vorzunehmen, dass mechanische Verletzungen der Leitungen dadurch nicht entstehen können. Auch ist gegen die schädliche Einwirkung des Rostes bei Verwendung eiserner Befestigungsmittel Vorsorge zu treffen. Es ist daher insbesondere das Annageln der Leitungen vermittelst **Drahtklammern, Nägel** oder dergl. **nicht gestattet**.

Festigkeit der Leitungsanlage.

20. **Frei geführte Leitungen**, sowie deren Stützen, sollen gegen allzu grosse Beanspruchung, hauptsächlich zufolge Temperaturveränderung, Winddruck und dergl. geschützt sein. Für die Leitungen, Spanndrähte und dergl. soll mindestens sechsfache Sicherheit, für alle übrigen Theile des Baues eine zwölffache Sicherheit hinsichtlich der Elasticitätsgrenze vorgesehen werden, wobei als Winddruck 250 *kg* auf 1 m^2 ange-

nommen werden soll, wogegen für die übrigen aussergewöhnlichen Belastungen durch Schnee, Reif u. s. w. kein Zuschlag mehr nöthig ist.

Kreuzung der Leitungen.

21. In Fällen, wo blanke Leitungen übereinander angebracht sind, so dass durch das Reissen einer Leitung eine Berührung derselben mit einer anderen eintreten kann, muss, falls hiedurch ein Unglücksfall möglich ist (also hauptsächlich, wenn eine der Leitungen eine Telegraphen-, Telephon- oder andere Signalleitung ist), durch Anbringung entsprechender isolirender Schutzmittel, z. B. einer isolirenden Umhüllung oder Bedeckung des unteren Drahtes, gegen eine unmittelbare, leitende Berührung der Leitungen Vorsorge getroffen werden. Ueberdies müssen in solchen Leitungen vor und hinter den gefährdeten Stellen entsprechend bemessene selbstthätige Stromunterbrecher (Sicherungen, Punkt 29) angebracht werden.

Verbindungen.

22. Die Verbindung von Leitungen untereinander, sowie mit Apparaten und Apparattheilen darf nur durch Verschraubung (Klemmverbindung) oder durch Verlöthung hergestellt werden. Dabei muss die Verbindungsstelle mindestens den doppelten Leitungsquerschnitt aufweisen, welchen die damit angeschlossene Leitung besitzt, und es muss der Contact ein guter und sicherer sein, so dass daselbst weder eine stärkere Erwärmung als an den anderen Stellen der Leitung auftritt, noch eine selbstthätige Lockerung der Verbindung möglich ist. Es ist deshalb nothwendig, die Contactflächen vor der Verbindung sorgfältig metallisch rein zu machen, vor der Verlöthung noch überdies zu verzinnen und dafür zu sorgen, dass eine innige Berührung der Contactflächen stattfinde, bezw. das Loth die ganze Verbindungsstelle durchdringt.

Bei Löthung darf als Löthmittel nur ein Löthsalz Verwendung finden, welches keine freien Säuren enthält.

Wenn die Verbindung einer Zugbeanspruchung ausgesetzt werden sollte, so ist entweder eine besondere Befestigung der Leitung unmittelbar neben der Verbindungsstelle vorzusehen oder eine entsprechende Ausführung der Verbindung anzuwenden, durch welche eine Lockerung derselben verhindert ist.

Bei Verbindung isolirter Leitungen ist die Isolirung an der Verbindungsstelle in einer der übrigen Isolirung gleichwertigen Weise wieder herzustellen oder die betreffende Stelle mit einem besonderen Schutzkasten zu umgeben. In beiden Fällen ist dafür Vorsorge zu treffen, dass die Verbindungsstelle jederzeit leicht auffindbar und möglichst zugänglich sei

Erdleitung.

23. Wenn die Erde oder metallische Körper, welche mit der Erde in leitender Verbindung stehen, wie z. B. Schienenstränge, Gas- und

Wasserleitungsröhren, eiserne Träger, Stützen oder andere metallene Baubestandtheile zur Stromleitung verwendet werden, hat man die Verbindung mit der Erde vollkommen sicher herzustellen und gegen die Möglichkeit der unmittelbaren oder mittelbaren Berührung des anderen Poles der Leitung durch Personen, welche von der Erde nicht isolirt sind, umsomehr Vorsorge zu treffen, je höher der in Anwendung kommende Spannungsunterschied ist.

24. Bei ausgedehnten Anlagen mit besonderen Stromquellen sind entweder dauernd eingeschaltete Erdschlussanzeiger oder andere entsprechende Messeinrichtungen anzubringen, mittelst welcher der Zustand der Isolation des Leitungsnetzes jederzeit geprüft werden kann.

25. Bei Neuanlage von Telegraphen-, Telephon- und Signalleitungen sind vorhandene Starkstromleitungen gemäss diesen Vorschriften zu berücksichtigen, so dass eine Gefährdung jener durch diese Starkstromleitungen nicht eintreten kann.

C. Nebenapparate und Lampen.

(Umschalter, Ausschalter, Fassungen, Widerstände, Mess- und Controlapparate, Lampen, Beleuchtungskörper u. s. w.)

Querschnitt.

26. Die Querschnitte der stromführenden Theile der Nebenapparate sind derart zu bemessen, dass durch den stärksten Betriebsstrom eine Temperaturerhöhung von mehr als 50° C. nicht verursacht wird. Bei Apparaten, durch deren Function eine höhere Erwärmung bedingt wird, sind gegen die mit derselben verbundene Feuersgefahr besondere, nachstehend angegebene Vorkehrungen zu treffen.

Isolation.

27. Die Isolation der stromführenden Theile der Nebenapparate soll den in Punkt 7 verlangten Isolationswiderstand des betreffenden Leitungsnetzes nicht beeinträchtigen. In Fällen, wo die Isolirung der stromführenden Theile den Bedingungen des Punktes 10' über besonders isolirte Leitungen nicht entsprechen kann, soll für eine besondere Isolirung der Nebenapparate von der Erde, bezw. der betreffenden Apparattheile von den tragenden Theilen Vorsorge getroffen werden. Als Isolirmaterial soll im Allgemeinen ein feuer- und feuchtigkeitsbeständiges Material gewählt werden. Andere Materialien dürfen nur dort Verwendung finden, wo Feuersgefahr bezw. Feuchtigkeit nicht zu befürchten sind.

28. Alle Nebenapparate, welche für Unberufene zugänglich sind, müssen derartige Schutzhüllen erhalten, dass alle blanken stromführenden Theile vor zufälliger Berührung geschützt sind.

Ausschalter, Umschalter und Sicherungen.

29. Alle Ausschalter, Umschalter und Sicherungen sind so auszuführen, dass die Contactflächen genügend gross sind und stets metallisch rein erhalten werden, so dass eine übermässige Erwärmung derselben (um mehr als 50° C.) durch den stärksten Betriebsstrom nicht verursacht werden kann.

Die Unterbrechung des Stromes muss mit einer solchen Geschwindigkeit und auf solche Länge erfolgen, dass der allenfalls auftretende Lichtbogen ohne Schädigung der Contactflächen sicher unterbrochen wird, und dass ein Ueberspringen desselben auf andere Stellen ausgeschlossen ist. Die Stromunterbrechungsstelle muss von brennbaren Stoffen entfernt gehalten werden, so dass eine Zündung durch Unterbrechungsfunken oder durch abgeschmolzene, bezw. abspringende, glühende Theilchen nicht möglich ist. Die betreffenden Theile solcher Nebenapparate sollen auf feuersicheren Unterlagen angebracht werden.

In Räumen, wo leicht entzündliche oder explosive Stoffe vorkommen, ist die Anwendung von Ausschaltern, Umschaltern und Sicherungen, bei welchen Funkenbildung möglich ist, ausnahmsweise nur dann zulässig, wenn durch einen verlässlichen Sicherheitsabschluss jede Feuers- und Explosionsgefahr ausgeschlossen ist.

Bei Verwendung von Quecksilber-Contacten ist für Reinhaltung derselben und dafür Sorge zu tragen, dass ein Entweichen von Quecksilberdämpfen in schädlichem Maasse nicht vorkommen kann.

Jeder selbstthätige Stromunterbrecher (Sicherung) muss eine Angabe über die grösste zulässige Betriebsstromstärke tragen, welche laut Punkt 6 mindestens $^2/_3$ der Functionsstromstärke beträgt. Diese Angabe muss bei Abschmelzsicherungen sowohl am festen wie am auswechselbaren Theil angebracht werden.

Abschmelzsicherungen sind derart feuersicher einzuschliessen, dass das geschmolzene Material nicht heraustropfen kann.

Widerstände (Rheostate).

30. Widerstände, bei welchen eine Erwärmung um mehr als 50° C. eintreten kann, sind derart anzuordnen, dass eine Berührung zwischen den wärmeentwickelnden Theilen und entzündlichen Materialien, sowie eine feuergefährliche Erwärmung solcher Materialien durch erhitzte Luft nicht vorkommen kann.

Glühlampen.

31. Glühlampen und deren Fassungen müssen in Räumen, wo explosive Stoffe oder brennbare Gase vorkommen, besondere verlässliche Sicherheitsverschlüsse erhalten; auch dürfen dieselben nicht unmittelbar in brennbare, schlecht wärmeleitende Stoffe gehüllt werden, sondern es muss für entsprechende Wärmeableitung durch Lüftung oder Vergrösserung der Oberfläche Sorge getragen werden.

und sind so aufzustellen, dass brennbare Gegenstände in ihrer Umgebung nicht über 60° C. erwärmt werden können.

II. Leitungen.

§ 4. Für Stromleitungen soll im Allgemeinen Kupfer von solchem Leitungsvermögen zur Verwendung kommen, dass 55 *m* eines Drahtes von 1 mm^2 Querschnitt bei 15° C. einen Widerstand von nicht mehr als 1 Ohm haben. Bei festverlegten gummiisolirten Leitungen müssen die Drähte verzinnt sein.

§ 5. Die höchste zulässige Stromstärke für Drähte und Kabel aus Leitungskupfer ist aus einer (dem Entwurfe beigefügten) eigenen Curve zu entnehmen.

Der geringste zulässige Querschnitt für Leitungen ausser an Beleuchtungskörpern ist 1 mm^2 und an Beleuchtungskörpern für jede einzelne Glühlampe 0·5 mm^2.

§ 6. Blanke Leitungen. Blanke Leitungen sind im Allgemeinen aus Leitungskupfer herzustellen und nur ausserhalb der Gebäude und in feuersicheren Räumen ohne brennbaren Inhalt, soweit sie vor Beschädigungen oder zufälliger Berührung gesichert sind, ferner in Maschinen- und Accumulatorenräumen, welche nur dem Bedienungspersonal zugänglich sind, gestattet. Ausnahmsweise sind auch in nicht feuersicheren Räumen, in welchen ätzende Dünste auftreten, blanke Leitungen zulässig, wenn dieselben durch einen geeigneten Anstrich gegen Oxydation geschützt werden.

In Räumen, wo die Verwendung von Kupfer ungeeignet erscheint, sind Eisenleitungen von mindestens dem vierfachen zulässigen Kupferquerschnitt gestattet. Dieselben sind gleichfalls durch einen geeigneten Anstrich gegen Oxydation zu schützen.

Blanke Leitungen sind nur auf Isolirglocken zu verlegen und müssen von einander bei Spannweiten über 6 *m* mindestens 30 *cm*, bei kleineren Spannweiten mindestens 20 *cm*, von der Wand in allen Fällen mindestens 10 *cm* entfernt sein. In Accumulatorenräumen und bei Verbindungsleitungen zwischen Accumulatoren und Schaltbrett sind Isolirrollen und kleinere Abstände zulässig.

Im Freien müssen blanke Leitungen wenigstens 4 *m* über dem Erdboden verlegt werden. Längere Freileitungen sind mit zuverlässigen Blitzschutzvorrichtungen zu versehen.

Blanke Leitungen müssen so gesichert werden, dass Berührung mit vorhandenen Telephon- und Telegraphenleitungen auch in dem Fall ausgeschlossen ist, dass irgend eine Leitung herabfallen sollte.

§ 7. Isolirte Leitungen.

a) Leitungen, welche eine doppelte, fest auf dem Draht aufliegende, mit geeigneter Masse imprägnirte und nicht brüchige Umhüllung

von faserigem Isolirmaterial haben, dürfen, soweit ätzende Dämpfe nicht zu befürchten sind, auf Isolirglocken überall, auf Isolirrollen oder diesen gleichwerthigen Befestigungsstücken dagegen nur in ganz trockenen Räumen verwendet werden. Sie sind in einem Abstand von mindestens 2·5 *cm* von einander zu verlegen.

b) Leitungen, die unter der oben beschriebenen Umhüllung von faserigem Isolirmaterial noch mit einer zuverlässigen, aus Gummiband hergestellten Umwickelung versehen sind, dürfen, soweit ätzende Dämpfe nicht zu befürchten sind, auf Isolirglocken überall, auf Rollen und Klemmen unter Krampen (§ 11*d*), und in abgedichteten Rohren nur in solchen Räumen verlegt werden, welche im normalen Zustande trocken sind. Bei offener Verlegung muss der Abstand zwischen zwei Leitungen mindestens $2^1|_2$ *cm* betragen. Werden die Leitungen jedoch auf ihrer ganzen Länge durch isolirende Befestigungen oder isolirende Rohre gehalten, welche Lagenveränderungen ausschliessen, so dürfen sie unmittelbar nebeneinander geführt werden.

c) Leitungen, bei welchen die Gummiisolirung in Form einer ununterbrochenen, nahtlosen und vollkommen wasserdichten Hülle hergestellt ist, dürfen, soweit ätzende Dämpfe nicht zu befürchten sind, auf Isolirglocken überall, auf Rollen und in abgedichteten Rohren in feuchten Räumen angewendet werden. Bei offener Verlegung gelten die Bestimmungen unter *b)*.

d) Blanke Bleikabel, bestehend aus einer Kupferseele, einer starken Isolirschichte und einem nahtlosen einfachen, oder einem doppelten Bleimantel dürfen niemals unmittelbar mit leitenden Befestigungsmitteln, mit Mauerwerk und Stoffen, welche das Blei angreifen, in Berührung kommen. (Gyps greift Blei nicht an.)

e) Asphaltirte Bleikabel dürfen in trockenen Räumen und trockenem Erdboden verwendet, und müssen derart verlegt werden, dass sie Mauerwerk oder Stoffe, welche das Blei angreifen, nicht berühren können.

An den Befestigungsstellen ist darauf zu achten, dass der Bleimantel nicht eingedrückt oder verletzt wird; Rohrhaken sind daher als Verlegungsmittel ausgeschlossen.

f) Asphaltirte und armirte Bleikabel eignen sich zur Verlegung unmittelbar in Erde und feuchten Räumen.

g) Bleikabel dürfen nur mit Endverchlüssen, Abzweigmuffen oder gleichwertigen Vorkehrungen, welche das Eindringen von Feuchtigkeit wirksam verhindern und gleichzeitig einen guten elektrischen Anschluss vermitteln, verwendet werden.

§ 8. Biegsame Mehrfachleitungen.

a) Leitungsschnur zum Anschluss beweglicher Lampen und Apparate darf in trockenen Räumen verwendet werden, wenn jede der Leitungen in folgender Art hergestellt ist:

Die Kupferseele besteht aus unverzinnten Drähten unter 0·5 *mm* Durchmesser, darüber befindet sich eine Umspinnung aus Baumwolle, welche von einer dichten, das Eindringen von Feuchtigkeit verhindernden Schichte Gummi umhüllt ist; hierauf folgt wieder eine Umwickelung mit Baumwolle und als äusserste Hülle eine Umklöppelung aus widerstandsfähigem und schwer verbrennlichem Stoff.

Der geringste zulässige Querschnitt für biegsame Leitungsschnur ist 1 mm^2 für jede Leitung.

b) Derartige biegsame Leitungsschnur darf nur ausnahmsweise fest verlegt werden und nur in vollständig trockenen Räumen. Die Leitungen sind in einem Abstand von mindestens 5 *mm* von der Wand- oder Deckenfläche, jedoch niemals in unmittelbarer Nähe von leicht entzündlichen Gegenständen zu verlegen.

c) Beim Anschluss biegsamer Leitungsschnüre an Fassungen, Anschlussdosen und andere Apparate, müssen die Enden der Kupferlitzen verlöthet sein. Die Anschlussstellen müssen von Zug entlastet sein.

d) Biegsame Mehrfachleitungen zum Anschluss von Lampen und Apparaten sind in feuchten Räumen und im Freien zulässig, wenn jeder Leiter nach § 7*c* hergestellt ist und die Leiter durch eine gemeinsame Umhüllung von widerstandsfähigem Isolirmaterial mechanisch geschützt sind.

§ 9. Andere Drähte und Kabel. Andere als die oben beschriebenen Drähte und Kabel sind zulässig, wenn sie in dem betreffenden Raume wenigstens den gleichen Grad von Sicherheit bieten und diesen Vorschriften entsprechend sinngemäss angewendet werden.

§ 10. Verlegung.

a) Alle Leitungen und Apparate müssen auch nach der Verlegung in ihrer ganzen Ausdehnung in solcher Weise zugänglich sein, dass sie jederzeit geprüft und ausgewechselt werden können.

b) Drahtverbindungen. Alle Leitungen über 25 mm^2 Querschnitt sollen mit Kabelschuhen versehen sein, welche einen guten Contact an Schalttafeln und Apparaten vermitteln. Drahtseile unter 25 mm^2 Querschnitt brauchen an den Enden nur verlöthet werden. Drähte dürfen durch Verlöthen oder eine gleich gute Verbindungsart verbunden werden. Drähte durch einfaches Umeinanderwürgen der Drahtenden zu verbinden, ist unzulässig.

Zur Herstellung von Löthstellen dürfen Löthmittel, welche das Metall angreifen, nicht verwendet werden. Die fertige Verbindungsstelle ist entsprechend der Art der betreffenden Leitungen sorgfältig zu isoliren.

Abzweigungen von frei gespannten Leitungen sind von Zug zu entlasten.

c) Kreuzungen von stromführenden Leitungen unter sich und mit sonstigen Metalltheilen sind so auszuführen, dass eine Berührung ausgeschlossen ist. Kann kein genügender Abstand eingehalten werden, so soll durch Ueberschieben von Rohren aus isolirendem Material oder Zwischenlegen einer isolirenden Platte die Berührung verhindert werden. Rohre und Platten sind sorgfältig zu befestigen und gegen Lagenveränderung zu schützen.

d) Wand- und Deckendurchgänge. Für diese ist womöglich ein hinreichend weiter Canal herzustellen, um die Leitungen der gewählten Verlegungsart entsprechend frei hindurchführen zu können. Ist dies nicht angängig, so sind haltbare Rohre aus isolirendem Material — Holz ausgeschlossen — einzufügen, welche ein bequemes Durchziehen der Leitungen gestatten. Die Rohre sollen über die Wand und Deckenflächen vorstehen. Ist bei Fussbodendurchgängen die Herstellung von Canälen nicht zulässig, dann sind ebenfalls Rohre zu verwenden, welche jedoch mindestens 10 *cm* über dem Fussboden vorstehen und vor Verletzungen geschützt sein müssen.

e) Schutzverkleidungen sind da anzubringen, wo Gefahr vorliegt, dass Leitungen oder blanke Contacte beschädigt werden können, und sollen so hergestellt werden, dass die Luft zutreten kann. Leitungen können auch durch Rohre geschützt werden.

III. Isolirung und Befestigung der Leitungen.

§ 11. Im Allgemeinen sind offene Drahtleitungen so zu verlegen, dass sie Wände und Decken nirgends berühren. Gummiisolirte Drähte dürfen jedoch unmittelbar auf vollkommen trockenem Stuck oder Holz verlegt werden. Für die Befestigungsmittel und die Verlegung aller Arten Drähte gelten folgende Bestimmungen.

a) Isolirglocken dürfen nur in solcher Lage befestigt werden, dass sich keine Feuchtigkeit in der Glocke ansammeln kann.

b) Isolirrollen müssen die Leitung an den Stützpunkten mindestens 1 *cm* von der Wand entfernt halten. Bei Führung längs der Wand soll auf je 80 *cm* mindestens eine Befestigungsstelle kommen. Bei Führung an den Decken kann die Entfernung im Anschluss an die Bauconstruction ausnahmsweise grösser sein.

c) Klemmen müssen aus isolirendem Material oder Metall mit isolirenden Einlagen bestehen.

d) Verzinnte Metallkrampen dürfen nur in Ausnahmsfällen in trockenen Wohn- und diesen gleichwerthigen Räumen zur Befestigung von gummiisolirtem Draht auf trockenem Stuck und Holz benutzt werden; auf Tapete muss durch eine Isolireinlage ein Abstand des Drahtes von der Wand von mindestens 5 *mm* gewahrt sein. Die Krampen müssen eine glatte Oberfläche haben; falls sie eine besondere Isolireinlage nicht besitzen, sind die Leitungen an den Befestigungsstellen durch eine besondere isolirende Umhüllung gegen Verletzung zu schützen. Die Zahl der Krampen ist so zu wählen, dass die Leitungen einander nicht berühren können. Doppelleitungen und Leitungsschnüre dürfen nie mit Krampen befestigt werden.

e) Rohre können zur Verlegung von isolirten Leitungen unter Putz, in Wänden, Decken und Fussböden verwendet werden, sofern sie den Zutritt der Feuchtigkeit dauernd verhindern. Es ist gestattet Hin- und Rückleitungen in dasselbe Rohr zu verlegen; mehr als vier Drähte in demselben Rohr sind nicht zulässig. Bei Verwendung eiserner Röhren für Wechselstromleitungen müssen Hin- und Rückleitungen in demselben Rohre geführt werden. Drahtverbindungen dürfen nicht innerhalb der Rohre, sondern nur in sogenannten Verbindungsdosen ausgeführt werden, welche jederzeit leicht geöffnet werden können. Die lichte Weite der Rohre, die Zahl und der Radius der Krümmungen, sowie die Zahl der Dosen müssen so gewählt werden, dass man die Drähte jederzeit leicht einziehen und entfernen kann.

Die Rohre sind so herzurichten, dass die Isolation der Leitungen durch vorstehende Theile und scharfe Kanten nicht verletzt werden kann; werden sie in den Putz oder das Mauerwerk eingebettet, dann müssen die Stossstellen sicher abgedichtet sein. Nach der Verlegung ist die höher gelegene Mündung des Rohrcanals möglichst luftdicht zu verschliessen.

f) Holzleisten sind im Allgemeinen nicht gestattet. Ausnahmsweise dürfen zur Befestigung von wasserdichten Gummidrähten (§ 7*c*) oder Kabel Holzleisten verwendet werden, wenn sie durch Unterlagsscheiben von der Wand abgehalten sind.

g) Einführungsstücke. Bei Wanddurchgängen ins Freie sind Einführungsstücke von isolirendem Material mit abwärts gekrümmtem Ende zu verwenden.

IV. Apparate.

§ 12. Die stromführenden Theile sämmtlicher in einer Leitung eingeschalteten Apparate müssen auf feuersicherer, auch in feuchten Räumen

gut isolirender Unterlage montirt und von Schutzkästen derart umgeben sein, dass sie sowohl vor Berührung durch Unbefugte geschützt, als auch von brennbaren Gegenständen feuersicher getrennt sind. Für Schalttafeln in Betriebsräumen siehe § 3.

§ 13. Abschmelzsicherungen.

a) Sicherungen sind möglichst zu centralisiren und in handlicher Höhe anzubringen.

b) Die Sicherungen müssen derart construirt sein, dass beim Abschmelzen kein dauernder Lichtbogen entstehen kann, selbst dann nicht, wenn hinter der Sicherung Kurzschluss entsteht; auch soll durch die Construction nach Möglichkeit eine irrthümliche Verwendung zu starker Abschmelzstöpsel oder -Streifen ausgeschlossen sein.

Bei Bleisicherungen darf das Blei nicht unmittelbar den Contact vermitteln, sondern es müssen die Enden der Bleidrähte oder Bleistreifen in Contactstücke aus Kupfer oder gleich geeignetem Material eingelöthet werden.

Zum Einschrauben bestimmte Bleistöpsel dürfen nur für Stromstärken bis 25 Ampère verwendet werden.

c) Die in eine Leitung einzusetzende Sicherung wird lediglich nach der Stromstärke, welche diese Leitung führen soll, bestimmt. Bei Dreileiteranlagen sollen im Mittelleiter Sicherungen von mindestens der anderthalbfachen Stärke der Aussenleitersicherungen angebracht werden. Liegt der Mittelleiter jedoch dauernd an Erde, so empfiehlt es sich, überhaupt keine Mittelleitersicherungen anzuwenden. Bogenlicht- und Motorenleitungen werden mit Sicherungen für den zweifachen Stromverbrauch versehen.

d) Spannung und Stromstärke, für welche die Sicherung bestimmt ist, müssen auf ihr verzeichnet sein. Die Sicherung muss bei dem Doppelten dieser Stromstärke abschmelzen.

e) Abschmelzsicherungen sind in jedem Leitungsstrang, und zwar sowohl in Hin- als Rückleitung anzubringen, wo entweder eine Stromverzweigung oder eine Verminderung des Querschnittes eintritt. Bei Hauptleitungen, welche ohne Querschnittsverminderung verlaufen, sind Sicherungen nur für die Abzweige und für den Anfang der Hauptleitung erforderlich.

Ist die Anbringung der Sicherung in einer Entfernung von höchstens 25 *cm* von den Abzweigstellen nicht angängig, so muss die von der Abzweigstelle nach der Sicherung führende Leitung den gleichen Querschnitt, wie die durchgehende Hauptleitung erhalten.

Bei Vertheilungsleitungen dürfen Gruppen mehrerer Glühlampen jedoch mit einer gemeinsamen Sicherung versehen sein; die Zahl

der gemeinsam gesicherten Lampen soll 12, und deren Gesammtstromverbrauch 10 A nicht überschreiten. Bei Hintereinanderschaltung von niedrigvoltigen Lampen werden alle in einer Reihe brennenden Lampen als eine Lampe gerechnet.

f) Biegsame Leitungsschnüre zum Anschluss von transportablen Beleuchtungskörpern und von Apparaten sind stets mittels Wandcontact und Sicherheitsschaltung abzuzweigen. Die Sicherung kann einpolig sein und muss der Stromstärke der angeschlossenen Lampen und Apparate genau angepasst sein.

§ 14. Ausschalter.

a) Die Schalter müssen so construirt sein, dass sie nur in geschlossener oder offener Stellung, nicht aber in einer Zwischenstellung verbleiben können. Die Wirkungsweise muss derart sein, dass sich kein dauernder Lichtbogen bilden kann. Hebelschalter für Ströme über 50 Ampère, und in Betriebsräumen alle Hebelschalter, sind von dieser Vorschrift ausgenommen.

b) Die zulässige Maximalstromstärke und Spannung sind auf dem Ausschalter zu vermerken.

c) Es sollen nur Schleifcontacte zur Anwendung kommen, welche sich bei dauernder, normaler Belastung nicht erwärmen. Kohlenausschalter bedürfen keines schleifenden Contactes.

d) Jede Hauptabzweigung soll womöglich für alle Pole, bei Dreileiter-Gleichstrom für die beiden Aussenleiter Ausschalter erhalten, gleichviel ob für die einzelnen Räume noch besondere Ausschalter angebracht sind oder nicht.

§ 15. Widerstände und Heizapparate. Widerstände und Heizapparate dürfen nicht in solchen Räumen angebracht sein, in denen sie Staub, Gase etc. entzünden können. Sie sind auf feuersicherem, gut isolirendem Material zu montiren und mit einer Schutzhülle aus feuersicherem Material zu umkleiden. Widerstände dürfen nur auf feuersicherer Unterlage und zwar freistehend oder an feuersicheren Wänden angebracht werden; sie müssen mindestens 2 *cm* von der feuersicheren Wandfläche und 25 *cm* von der Decke und allen brennbaren Gegenständen oder Flächen entfernt sein.

V. Lampen und Beleuchtungskörper.

§ 16. Glühlicht.

a) Ueberall da, wo Glühlampen mit brennbaren Stoffen in unmittelbare Berührung kommen können, sind sie mit Schutzglas oder Schutzgitter derart zu umkleiden, dass jene Gegenstände nicht versengt werden können.

b) Die stromführenden Theile der Fassungen müssen auf feuersicherer Unterlage montirt und durch feuersichere Umhüllung — welche jedoch nicht stromführend sein darf — vor Berührung geschützt sein. Hartgummi und andere Materialien, welche in der Wärme einer Formveränderung unterliegen, sowie Steinnuss sind als Bestandtheile der Fassungen ausgeschlossen.

c) Die Beleuchtungskörper müssen isolirt aufgehängt bezw. befestigt werden, soweit die Befestigung nicht an Holz oder trockenem Mauerwerk erfolgen kann. Sind Beleuchtungskörper entweder gleichzeitig für Gasbeleuchtung eingerichtet oder kommen sie mit metallischen Theilen des Gebäudes in Berührung, oder werden sie an Gasleitungen oder feuchten Wänden befestigt, so ist der Körper an der Befestigungsstelle mit einer besonderen Isolirvorrichtung zu versehen, welche einen Stromübergang vom Körper zur Erde verhindert. Hierbei ist sorgfältig darauf zu achten, dass die Zuführungsdrähte den nicht isolirten Theil der Gasleitung nirgends berühren. Beleuchtungskörper müssen so aufgehängt werden, dass die Zuführungsdrähte durch Drehen des Körpers nicht verletzt werden können.

d) Zur Montirung von Beleuchtungskörpern ist gummiisolirter Draht oder biegsame Leitungsschnur zu verwenden. Letztere ist jedoch bei Körpern, welche gleichzeitig für Gasbeleuchtung eingerichtet sind, ausgeschlossen. Wenn der Draht aussen geführt wird, muss er derart befestigt werden, dass sich seine Lage nicht verändern kann. Der Draht wird mittels Seide oder umsponnenen Drahtes auf Isolirband befestigt.

e) Schnurpendel aus biegsamer Leitungsschnur sind nur dann zulässig, wenn mit der Litze eine Tragschnur verflochten ist, welche allein das Gewicht der Lampe nebst Schirm zu tragen hat. Sowohl an der Aufhängestelle als auch an der Fassung müssen die Leitungsdrähte länger sein als die Tragschnur, damit kein Zug auf die Verbindungsstelle ausgeübt wird.

§ 17. Bogenlicht.

a) Bogenlampen dürfen ohne Glocken, Laternen etc., überhaupt ohne Vorrichtungen, welche ein Herausfallen glühender Kohlentheilchen verhindern, nicht verwendet werden.

b) Die Lampe ist von der Erde isolirt anzubringen.

c) Die Einführungsöffnung für die Leitung muss so beschaffen sein, dass die Isolirhülle der letzteren nicht verletzt werden und Feuchtigkeit in das Innere der Laterne nicht eindringen kann.

d) Die Glasglocken müssen durch zuverlässige Vorrichtungen befestigt werden.

e) Bei Verwendung der Zuleitungsdrähte als Aufhängevorrichtung dürfen die Verbindungsstellen der Drähte durch Zug nicht beansprucht werden.

VI. Isolation der Anlage.

§ 18. Der Isolationswiderstand je zweier Leitungen gegen einander und jeder Leitung gegen Erde muss mindestens den durch folgende Formel gegebenen Wert erreichen.

$$W = 10000 + \frac{2000000}{n} \text{ Ohm.}$$

Hierbei ist unter n die Gesammtzahl der an die betreffende Leitung angeschlossenen Glühlampen zu verstehen, einschliesslich eines Aequivalentes von je 10 Glühlampen für jede Bogenlampe, jeden Elektromotor oder anderen Strom verbrauchenden Apparat.

Bei der Messung der Isolation sind folgende Bedingungen zu beachten:

a) Bei Isolationsmessung durch Gleichstrom gegen Erde soll, wenn möglich, der negative Pol der Stromquelle an die zu messende Leitung gelegt werden und die Messung soll erst erfolgen, nachdem die Leitung während einer Minute der Spannung ausgesetzt war.

b) Alle Isolationsmessungen müssen mit der Betriebsspannung gemacht werden. Bei Mehrleiteranlagen ist unter Betriebsspannung die einfache Lampenspannung zu verstehen.

c) Bei Isolationsmessungen müssen alle Glühlampen, Bogenlampen, Motoren oder anderen stromverbrauchenden Apparate von ihren Leitungen abgetrennt, dagegen alle Beleuchtungskörper angeschlossen, alle Sicherungen eingesetzt und alle Schalter geschlossen sein.

VII. Pläne.

§ 19. Für jede Starkstromanlage sollen bei Fertigstellung Pläne hergestellt werden. Dieselben sollen im Allgemeinen im Maasstab von 1 : 50 1 : 100 oder 1 : 200 angefertigt sein und Folgendes enthalten:

a) Bezeichnung der Räume nach ihrem Zweck. Besonders hervorzuheben sind feuchte Räume und solche, in welchen ätzende, leicht entzündliche Stoffe und explosive Gase vorkommen;

b) Lage, Querschnitt und Art der Isolirung der Leitungen;

c) Art der Verlegung (Isolirglocken, Rollen, Rohr etc.);

d) Lage der Schalter und Sicherungen;

e) Lage und Stromverbrauch der Lampen, Elektromotoren etc.

Wird statt des Planes ein Schaltungsschema angefertigt, so soll es enthalten: Querschnitte der Hauptleitungen und Abzweigungen von den Schalttafeln mit Angabe der Belastung.

Der Plan oder das Schaltungsschema ist von dem Besitzer der Anlage aufzubewahren.

Literatur.

Arago, sämmtliche Werke. Mit einer Einleitung von A. v. Humboldt. Deutsch von W. G. Hankel: „Ueber das Gewitter." 4. Bd. Leipzig 1854.

Arsonval (d'), La mort par l'électricité dans l'industrie. Moyens préservateurs. Comptes rendus de la Société de Biologie. 1887, S. 95 und C. R. de l'Académie des sciences 1887. Bd. 104. S. 978.

— Remarques à propos de la production d'électricité chez l'homme. Comptes rendus de la Société de Biologie 1888. S. 142.

— Relations entre les qualités physiques de l'excitant électrique et la réaction nervo-musculaire. Procédé pratique pour doser les courants d'induction et changer la forme de la décharge de manière a agir plus specialement soit sur le nerf, soit sur le muscle. C. R. Soc. de Biologie 1891. S. 392. (Vgl. C. R. Soc. de Biologie 1882. Séance 1 avril; — Société de physique et Lumière électrique 1891; — Titres et travaux scientifiques, 1888; — Archives de physiologie, janvier 1889; — Académie des sciences, mars et juin 1895.)

— Rapport sur l'Electro-physiologie. Congrès des Electriciens. 1889. 1891.

— Conférences faites à la Société des électriciens et à la Société de Physique. Avril 1892.

— Bulletin de la société internationale des Electriciens. Paris 1892.

— Sur les effets physiologiques des courants alternatifs à variation sinusoïdale. Comptes rendus de l'Académie des sciences 1892. 114. Bd. S. 1534.

— Sur les effets physiologiques comparés de diverses modes d'Electrisation. Bulletin de l'Acad. de Méd. 22. März 1892.

— La voltaïsation sinusoïdale. Archives de Physiologie 1892, S. 69.

— Influence de la fréquence sur les effets physiologiques des courants alternatifs. Comptes rendus de l'Académie des sciences. 1893. 116. Bd. S. 630.

Auzouy, Gazette hebdomadaire V. 2, Schmidt's Jahrb. 1858. 100. Bd. S. 78.

Basch v., Ein Fall von Syncope nach Faradisieren der Bauchdecken. Wiener med. Blätter 1878, Nr. 12.

Bernstein, Herzstillstand durch Sympathicusreizung. Centralblatt 1863, Nr. 52.

— Vagus und Sympathicus. Centralblatt 1864, Nr. 16.

Beaudoin Marcel, Dangers de l'Electricité à haute tension. Progrès Médical 1890. S. 6.

Biggs, New-York Medical Record 1889.

Biraud, La mort et les accidents causés par les courants électriques de haute tension. Thèse de Lyon 1892.

Blayac, Dangers de l'Eclairage électrique. Journal d'Hygiène 1890.

Blakesley, Die elektrischen Wechselströme. 1892.

Blessinger, Die elektrische Beleuchtung industrieller Anlagen. Kiel und Leipzig 1892.

Boudin, Histoire physique et médicale de la foudre. Annales d'Hygiène publ. et de Méd. leg. 1854—1855 S. 395, 241.

Brandenberg, Wirkung hochgespannter elektrischer Ströme auf den menschlichen Körper. Correspondenzblatt für Schweizer Aerzte 1892, Nr. 3. Ref. Wiener med. Wochenschrift 1893. Nr. 14, S. 622.

Brouardel, Gariel et Grange, Sur un phénomène observé chez des animaux soumis a l'action de courants électriques intenses. Comptes rendus de la Société de Biologie. Séance de 29 novembre 1884.

Brown Harold P, Death Current Experiments at the Edison Laboratory. Med. leg. Journ. New-York. März 1889.

— The new Instrument of Execution. North American Review 1889.

— Comparative danger to life of electric currents. New-York 1889.

Brown and Kennelly and Dr. Peterson, Erster Bericht (13 Versuche an Hunden) in Electrical World. 8. Aug. 1888.

Brown-Sequard, sämmtliche Werke. Paris 1880—1895.

Brücke, Vorlesungen und Sitzungsberichte der Wiener Akademie der Wissenschaften 1862. 46. Bd., II. Abth.

Buchanan Walter, Death by an electric shock. The Lancet 1892 und The Lancet 1886.

Castex, Résistance électrique du corps humain. Montpellier médical 1892.

Charcot, Hémiplégie hystérique par fulguration. Semaine Médic. December 1891.

— Des accidents nerveux provoquès par la foudre. Leçon du mardi 28 mai 1889.

Clark-Bell (President of the Medico-Legal-Society of New-York), Electricity and the death penalty. The Medico-Legal-Journ. New-York. September 1889.

— Electricity in its medico-legal relation. The Medico-Legal-Journ. New.-York 1890. (Vergl. auch September 1889 und März 1890.)

— Electrocution. The Medico-Legal-Journ. 1891.

— L'exécution des condamnés à mort par l'électricité en Amérique. Congrès de jurisprudence médicale. Paris 1889.

Clowes, Death from Electricity. The Lancet 1892. 3. Dcbr.

Collins, Electrical injury. Shock from a telephone wire. The Lancet 1892.

Constades (de), Accident causé par l'électricité. Cosmos 1890.

Corresi, Giornale delle scienze mediche di Torino. December 1840. — Schmidt's Jahrb., 4. Supplementb., S. 267.

Dana, Electrical injuries. New-York Medical Record 1889.

Dechambre, Dictionnaire encyclopédique des Sciences médicales. Art. Fulguration.

Delancey, Etude sur l'altération du sang consécutive aux accidents produits par l'électricité. Buffalo-New-York 1891.

Delepine, The post mortem appearances in a case of death by Electricity. British Medic. Journ. 1885.

Donlin, The pathology of death by electricity. The Medico-Legal-Society of New-York, 10. November 1889 und Med. Leg. Journ. März 1890.

— Electricity in its legal and medico-legal-relations. The Medico-Legal-Journ. 1890.

Doremus, Vergl. Peterson. The Med.-Leg.-Journ. December 1888.

Dorn, Kritische Studien über die Ohmbestimmungen. Halle 1893.

Du Bois-Reymond, Untersuchungen über die thierische Elektricität. 2 Bde. Berlin.

Duchenne, De l'électrisation localisée. Paris 1890.

Dürck Hermann, zur Casuistik des Blitzschlages nebst Bemerkungen über den Tod durch Elektricität. Münchener med. Wochenschrift 1895. Nr. 31.

Edelmann, Elektrotechnik für Aerzte. München 1890.

Edinger, Zwölf Vorlesungen über den Bau der nervösen Centralorgane. 2. Aufl. Leipzig 1889.

Edison, The dangers of electric Lighting. North American Review 1889 und Electrical Engineer 1890.

Eschle, Ueber die Wirkung elektrischer Ströme auf die animalen Gewebe. Berl. klin. Wochenschr. 1894. Nr. 17.

Eulenburg, Verhalten des galvanischen Leitungswiderstandes bei Sklerodermie. Neurologisches Centralblatt 1892. S. 1.

Faraday, Experimental-Untersuchungen über Elektricität. Deutsch von Kalischer. Berlin 1891. 3 Bde.

Feddersen, Ueber die elektrischen Schwingungen. Poggendorff's Annalen T. CIII. S. 69.

Fell, Dr. George, The influence of Electricity on the protoplasma. Phys. and Surg. Amer. Abror and Detroit 1890.

Féré, Note sur des modifications de la tension électrique dans le corps humain. Comptes rendus de la Société de Biologie. 1888. S. 28.

— Note sur des modifications de la résistance électrique sous l'influence des excitations sensorielles et des émotions. Comptes rendus de la Société de Biologie 1888. S. 217.

— Note sur des accidents produits par la lumière électrique. Comptes rendus de la Société de Biologie. 1889. S. 365.

— Note sur les effets généraux des excitations des organes des sens. Effets rétroactifs des excitations sensorielles. C. R. Soc. de Biologie 1887. S. 747.

Fontana, Ricerche filosofiche sopra la fisica animale. Firenze 1775, übersetzt von E. B. G. Hebenstreit. Leipzig 1785.

Fonvielle de, La première Electrocution. Lumière électrique 1890.

Frankl-Hochwart v., Ueber Keraunoneurosen, Zeitschrift f. klin. Med. 19. Bd. H. 5 und 6.

Freund, Ueber eine Schreckneurose nach Blitzschlag. Deutsche med. Wochenschrift 1890.

Friedinger, Ein Fall von Tod durch Einwirkung des elektrischen Stromes. Wien. klin. Wochenschr. 1891. Nr. 48.

Fröhlich O., Zur Theorie der Dynamomaschinen. Elektrotechn. Zeitschr. 1887. Aprilheft.

Garaix, Vrgl. Biraud a. o. O. S. 104.

Gariel, Rapport sur les usines électriques à la Société de Médecine publique. Revue d'Hyg. 1892.

— Expertise sur l'accident des Tuileries 1882.

— Vergl. Brouardel und Grange.

Gärtner G., Ueber den elektrischen Widerstand des menschlichen Körpers gegenüber Inductionsströmen. Wien. medicin. Jahrbücher. N. F. III. 1888. S. 509.

Gautier et **Larat,** Utilisation médicale des courants alternatifs à haut potentiel. Comptes rendus de l'Acad. des sciences 1892.

Gibier de Savigny Mr., Note sur un cas de monoplègie brachiale droite produite par la foudre. — Réapparition passagère de la paralysie à l'occasion de chaque orage. Revue médical française et étrangère. Mars 1881.

Gieson van, Execution by Electricity. Boston Med.- and Surg. Journal 1892.

Glax, Ueber die elektrische Behandlung des Ascites und über Herzstillstand bei Faradisation der Bauchmuskeln. Centralbl. f. d. ges. Therapie 1892, XI.

Grange, Des accidents produits par l'électricité dans son emploi industriel des moyens et les prévenir. Annales d'hygiène publique et de médecine légale. 1885. 3. Reihe, 13. Bd. S. 53 und 303.

Grätz, Die Elektricität und ihre Anwendungen. 4. Aufl. Stuttgart 1892.

Grawinkel, Ueber die Gefahren und schädlichen Einwirkungen blanker Stromleitungen. Vortrag, gehalten in der Sitzung des elektrotechnischen Vereines zu Berlin am 25. October 1892. Elektro-techn. Zeitschrift 1892, S. 634.

Grindon, Pruritis following an electric shock. St. Louis Cour. méd. 1890.

Gröningen G. H., Ueber den Shock. Eine kritische Studie auf physiologischer Grundlage. Wiesbaden 1885.

Guy Carleton, Death by electricity in capital cases. Medico-Leg.-Journ. New-York. März 1889.

Haberda, Ein Fall von Tödtung durch Blitzschlag. Wiener klin. Wochenschrift. 1891. Nr. 32, S. 588.

Harris, Paper submitted to the London Institute of electrical Engineers. London 1890.
– L'Electricité dans ses rapports avec le corps humain. Society of Arts. London 1891.

Hertz, Untersuchungen über die Ausbreitung der elektrischen Kraft. Leipzig 1892.

Heusner, Über die Wirkungen des Blitzes auf den Menschen. Wien. med. Blätter 1884. Nr. 40.

Hofmann E. v., „Blitzschlag“ in Eulenburg's Real-Encyklopädie der ges. Heilkunde. 3. Aufl. 1894

Hoff van, Electric prostration. New-York Medical Record 1889.

Houston, On muscular contractions following death by electricity. Proceeding Americ. Philad. Soc. 1890.

Hummel, Intense electric shock with recovery. Philadelphia medical Journal 1889.

Ingram, siehe Fredrick Peterson.

Jackson, Shock from an electric wire. Boston Med.- and Surg.-Journ. 1891.

Jakobi, Report on capital punishment by a comittee appointed by the medical Society of New-York. N. Y. Med. Journ. 1892.

Jenks, Electrical Execution. New-York Med. Journ. 1892.

Kallmann, Grundzüge der Sicherheitstechnik für elektrische Licht- und Kraftanlagen. 15. Lieferung des „Handbuchs der Hygiene“ von Th. Weyl. Jena 1895.

Keirle, Case of death by electricity. Phil. Tim. med. 1889.

Kennelly (Versuche an 11 Hunden), Bericht in Electricical Review 22. Septbr. 1888. (Vergl. Peterson und Brown.)

Knapp J. H., Ein Fall von Störung in den Nervenfunctionen der oberen Extremitäten, entstanden durch einen Blitzschlag. Virchow's Archiv 1858. 15. Bd., S. 378.

Knapp Ph. C., Boston. Medical and Surg.-Journ. 1890.

Köbner, Ueber eine durch den galvanischen Strom hervorgerufene trophische Hautreizung. Neurol. Centralbl. 1890.

Kölliker, Ueber den feineren Bau des Rückenmarkes. Zeitschr. für wissensch. Zoologie. 51. Bd. 1890. Sitzungsbericht der Würzburger phys.-med. Gesellschaft 1890.

Korthals, Die Wirkung von Wechselströmen auf den menschlichen Körper. Elektrotechn. Zeitschrift 1892. Nr. 32, S. 428.

Kratter, Ueber den Tod durch Elektricität. Vortrag, gehalten auf dem XI. intern. med. Congress zu Rom 1894. Vorl. Mittheilung. Wiener klin. Wochenschrift 1894. Nr. 25.

— Congressbericht des XI. intern. med. Congresses zu Rom 1894 und Giornale di medicina legale 1894, H. 3.

— Der Tod durch Elektricität. Weitere vorl. Mittheilung. Mittheilungen des Vereines der Aerzte in Steiermark 1895, Nr. 4.

— Ueber eine eigenartige Wirkung des Blitzes. Vierteljahrschr. f. ger. Med. 1891.

Kühne, Untersuchungen über das Protoplasma. 1864.

Langerhans, Zwei Fälle von Tödtung durch Blitzschlag. Virchow's Archiv 1862. 24. B. S. 200.

Laveran, Hystérie par fulguration. Société médicale des hôpitaux, Séance du 30. octobre 1891.

Lawrence, L'électricité dans ses rapports avec le corps humain. Society of arts London 1891.

Lewandowski, Elektrodiagnostik und Elektrotherapie. Wien und Leipzig 1887.

Liman, Zwei Fälle von Blitztod. Verhandlungen des Vereines für innere Medicin. 13. Juli 1885. Deutsche med. Wochenschrift 1885, Nr. 30.

Loye, L'application de la peine de mort par l'électricité. Progrès médical 1889.

— La mort par la décapitation. Thése de Paris 1887.

Mac Donald, Report on the execution by electricity of W. Kemmler, alias John Hart, presented to the Governor of State of New-York David Hill September 1890.

— The Infliction of the Death Penalty by means of Electricity. New.-York med. Journ. 1892.

Marat, Expériences sur la fulguration. Acad. Rouen 1784.

Mounier, Electricité industrielle. Encyclopédie des traveaux publics.

Mount Bleyer, Best method of executing Criminals. New-York 1888.

— Expériences sur la mort par électricité. Report in the Humboldt Scientific Library. März 1887.

Nankivell, A case of Burns by Electricity. British med. Journ. 22. October 1892.

Nordmann, Ueber die Gefährlichkeit der blanken Starkstromleiter. Elektrotechn. Zeitschrift 1892, S. 637.

Nothnagel, Zur Lehre von den Wirkungen des Blitzes auf den thierischen Körper. Virchow's Arch. 1880. 80. Bd. S. 327.

Obersteiner H., Anleitung beim Studium des Baues der nervösen Centralorgane im gesunden und kranken Zustande. Leipzig und Wien 1892.

Onimus, Paralysie par courant électrique d'origine tellurique. Thése de Paris 1889.

Orth Ludwig v., Eine neue Methode zur Untersuchung arbeitender Batterien. Centralbl. für Elektrotechnik 1888, S. 345.

Oesterlen, „Blitzschlag“ in v. Maschka's Handb. der ger. Med. Tübingen 1891. 1. Bd., S. 795 ff.

Pascheles, Ueber den galvanischen Hautwiderstand bei Elephantiasis. Neurolog. Centralblatt 1892. S. 131.

Pellissier, Sur les effets physiologiques des courants de haute frequence. Lumière électrique 1892.

Peterson, New-York medical Record, 2. novembre 1889.

Peterson Fredrick, R. Ogden Doremus, Frank H. Ingram, J. Mount Bleyer Report of the Committee of the Medico-Legal Society on the best method of Execution of Criminals by Electricity. The Medico-Legal-Journal, December 1888. S. 276.

Pla Eduardo, Considerationes medico-legales acerca de la muerte por la electricidad industrial. Cuba 1891.

Quarrie George, Electric Lighting in its relation to public Health. Boston Med. and Surg. Joun. 1892.

Quarrie George, Accident de la rue Bréda. Lumière électrique 1892.

Richardson, On research with the large induction coil of the Royal Polytechnical Institution, with special of the cause and phenomena of death by ligthning. Med. Times and Gazette 1869. I. S. 511, II. S. 183.

Rindfleisch, Ein Fall von Blitzschlag. Virchow's Arch. 1862. 25., S. 417.

Robert Dr, A case of Electrical shock. Courrier of medicine. November 1886.

Rollett, „Blut" in Hermann's Handbuch der Physiologie, und Sitzungsberichte der Wiener Acad. 2. Abth., 47. Bd. 1863, S. 356; 48. Bd. 1864. S. 178.

Rösch C., Wirkungen des Blitzes. Annalen der Staatsarzneikunde 1840, S. 321.

Sauerländer, Bericht über die internationale elektrotechnische Ausstellung in Frankfurt a. M. 1891.

Schaffer, Deutsches Archiv für klin. Med. Bd. 96, S. 48.

Schenk Arthur, Ueber Unfälle durch atmosphärische Elektricität und die erste Hilfeleistungen in denselben. Elektrotechn. Echo. VII. Jahrg. 1894. Nr. 35, S. 273.

Schneider, Tod durch Blitz. Deutsche Zeitschrift für Staatsarzneikunde 1870, 1. u. Friedreich's Blätter für ger. Med. 1871, S. 427.

Schrader W. H., Städtische elektrische Centralen etc. Halle 1891.

Sestier F., De la foudre, de ses formes et de ses effets. Paris 1885.

Shield, The post mortem appearances in a case of death by Electricity. British med. Journ. 1885.

Siemens Werner v., Die Elektricität im Dienste des Lebens. Augsb. Allg. Zeitg. 1879. Nr. 280, 281.

Silva B., Della resistenza elettrica del corpo umano in conditione normale et pathologiche. Rivista spirimentali. Bd. XV, S. 190.

Sourier, Des accidents de la foudre. Gazette des hôpitaux 1892.

Spitzka, Preliminary report concerning the post mortem changes in the first person executed by electricity. Medic. leg. Journ. 1889.

Statistic concerning accidents to human beings from high tension electric currents. Electrical World. 1892.

Steinmetz, Die Wirkung von Wechselströmen auf den menschlichen Körper. Elektrotechn. Zeitschr. 1892, S. 513.

Stricker S., Ueber strömende Elektricität. 2 Hefte. 1892 und Wien 1894.

Stricker W., Die Wirkung des Blitzes auf den menschlichen Körper, Virchow's Archiv 1861. 20. B. S. 45.

— Neue Untersuchungen und Beobachtungen über die Wirkung des Blitzes auf den menschlichen Körper. Virchow's Archiv 1863, 28. B., S. 552.

Stübben J., Städtische Elektricitätswerke etc. Köln 1892.

Tatum S., Death from electrical current New-York med. Journ. 1890.

Terry, A case showing the distructive cautery effects of an electric light wire. New-York 1888.

Tesla N., The inventions, researches and writings of Nicola Tesla with special reference to his work in polyphase currents and high potential lighting, by Thomas Commerford Martin, Editor of The Electrical Ingineer. New-York 1894.

Tourdes, Relation médicale de l'accident occasionné par la foudre au pont du Rhin. Strassburg 1869.

— Dictionnaire encyclopédique des Sciences médicales. Article: Fulguration.

Uppenborn, Kalender für Elektrotechniker 1895.

Vigouroux R., L'électricité du corps humain. Comptes rendus de la Société de Biologie 1888. S. 128.

Weber H. F., Bericht über den intern. elektr. Congress zu Frankfurt a. M. 1891.

Weiss G., Contribution à l'étude de l'Electrophysiologie. Thése de Paris 1889.

— Technique de l'Electrophysiologie 1892.

— Mesure de la résistance des tissus organisés. Bulletin de la Société des Electriciens 1889.

Westinghouse, A Reply to Mr. Edison. North American Review 1889.

White, Electrical executions. Med. News Philad. 1890.

Witz, Les victimes de l'électricité. Journal des sciences médicales de Lille 1889.

Windscheid F., Der faradische Leitungswiderstand des menschlichen Körpers. Deutsche Zeitschrift für Nervenheilkunde. 1891, 2. B., 1.



